

II. METAFYSICA EN WETENSCHAP

II.1. Van een systeemtheoretische metafysica naar symmetrie en invariantentheorie

In T. Downing-Bowlers *General Systems Thinking* is K12 'General Systems Theory as Philosophy' gewijd aan een 'existentiële' wetenschap van mogelijke relaties. De auteur begint met een werk dat in iedere ontologie moet worden uitgevoerd: de bepaling van 'bestaan'. Op pagina 218 lezen we: 'To be is to be related'.¹

We kennen in de literatuur andere bepalingen van 'bestaan'. Bijvoorbeeld: 'Bestaan is autonoom zijn.', 'Bestaan is één zijn.', 'Bestaan is substantie zijn.', 'Bestaan is oorzaak zijn.',... Bowlers aanzet is wel zeer algemeen. Het verdient dus aanbeveling te zien in hoeverre men van zo een abstract uitgangspunt toch nog iets niet zuiver wiskundig of analytisch kan afleiden.

We beproeven als volgt.

Bestaan = in relatie staan.

Men kan in relatie staan tot zichzelf en tot iets anders. Laten we voorlopig aannemen dat in relatie staan tot zichzelf niet genoeg is om te bestaan. De lege klasse is gelijk aan zichzelf. Dit volstaat niet - als niets anders bestaat - om haar te doen bestaan.

Dus: iets bestaat als het in relatie staat tot iets anders dat ook bestaat.

Bovendien moet de relatie in kwestie ook bestaan, zelfs al is een relatie van een ander logisch type dan een object. De relatie moet dus in relatie staan tot ander relaties. Hier nemen we aan dat de meta- of superrelatie die bestaat tussen de eerste relatie en de objecten die ze op elkaar betreft niet voldoende is om haar een ontologisch statuut te verlenen. De termen die door de relatie met elkaar in verband worden gebracht moeten als termen meer zijn dan wat ze zijn 'in deze ene relatie'. Ze moeten ook in andere relaties staan tot andere individuen.

Resumerend:

1. a bestaat als voor tenminste één relatie R , Rab geldt.
2. Opdat a en b zouden bestaan door en op grond van Rab moet ook tenminste één Sac en één Tbd gelden.
3. Ook moet voor tenminste één andere U , $T(R1,U)$ gelden (als relatie tussen relaties).

Als men deze drie postulaten aanneemt heeft men noodzakelijk een heelal met een oneindig aantal individuen en een oneindig aantal lagen of typen van relaties.

Om deze oneindigheid uit te schakelen is het voldoende te stellen dat a en b en R bestaan, als Rab geldt.

De individuen a en b en de relatie R geven elkaar wederzijds 'ontologisch statuut'. De proliferatie die uit de beginselen 1, 2 en 3 volgt, wordt afgesneden. Wel zal dan ieder relationeel feit ontologisch zichzelf genoeg zijn. Er kunnen natuurlijk wel reële relaties tussen elementaire relaties ontstaan, maar ze volgen dan in ieder geval niet uit de bepaling van bestaan zelf. Men kan echter wel uitkijken naast de 'proliferatiebeginselen' naar een 'sluitingsbeginsel'.

Bijvoorbeeld: als Rab , Sac , Tbd gegeven zijn dan is a geïndividualiseerd door S , b door T . Indien we

toestaan dat c geïndividualiseerd zou zijn door Kcb en d door Lda , dan zouden die kruisingen de tabel sluiten. Geen verdere noodzaak voor individuele proliferaties zou bestaan.

Ook op het niveau van de relaties zelf zou een analoog sluitingsbeginsel kunnen worden opgelegd: $T(R,U)$ geeft R ontologisch statuut. $V(U,W)$ geeft U ontologisch statuut en $V(W,R)$ geeft het W . Alleen de relaties T , V en V' drijven nog voort. In ieder geval kan de oneindigheid

¹ Downing-Bowler

worden beperkt.

De lezer zal verbaasd zijn - als hij de calculus van relaties kent - over deze voorstellen. Relatiel logica houdt zich niet met zulke problemen bezig maar construeert de booleaanse algebra der relaties (eindig of oneindig in aantal), klasseert relaties volgens typen (reflexiviteit, symmetrie, transitiviteit, connexiteit) en volgens aantal termen (binaire, tertiaire, n-aire relaties). Als bestaan simpel is in relatie staan, dan zou op het eerste gezicht ontologie samenvallen met relatiel logica. Nu zijn er echter zo radicaal verschillende relationele netwerken denkbaar dat dit ons weinig zeggen kan over het werkelijk heelal en zijn grondeigenschappen. Uitgaand van die veronderstelling en toch het abstract voorstel van Bowler ernstig nemend, zoekt men noodzakelijk naar zeer algemene postulaten voor relaties die zeer abstract zouden zijn, als natuurlijk verdedigbaar en toch niet waar voor alle mogelijke relationele netwerken. Onze overwegingen hier zijn een stap in die richting.

De reden waarom we de algemene relationele bepaling van zijn ernstig nemen is dat de overige bepalingen van zijn waarover we beschikken, allen kunnen worden gezien als speciale gevallen ervan: zijn is oorzaak-zijn is er één (oorzaak-zijn is een speciale relatie), zijn is systeem-zijn is er ook één (systeem-zijn is een bepaald soort organisatie vertonen en een organisatie is een relationeel net), enz. We zijn dus geneigd om de relationele bepaling van zijn ernstig te nemen. We hebben er enkele zeer bijzondere gevallen van geciteerd. A priori hebben we geen overzicht van de verzameling van alle bijzondere gevallen. Toch weten we dat we het bij het algemene begrip relatie niet kunnen laten. Daarom hebben we gepoogd de minimale concretisatie door te voeren die deze paragraaf opent. De motivatie ervan vinden we in de volgende grondintuïtie: wil Rab attesteren dat a bestaat, dan moeten a , b en R ook, in dezelfde zin, 'bestaan'. Nu: ficties kunnen ficties niet ontologisch 'zwaar' maken. Dat Don Quichotte Dulcinea bewondert geeft bestaan noch aan de man, noch aan de vrouw, noch aan de bewondering. Om een cirkelredenering te vermijden -door bestaan te bepalen als in relatie staan met bestaan- dachten wij dat een proliferatie van onafhankelijke relaties wel geen volledige benadering van zijn kon geven, maar toch tenminste een approximatie. Om nog verder in die richting van een 'zware relatietheorie' te gaan, tussen wiskunde en empirische wetenschap, eventuele basis voor de systeem-theoretische metafysica die Bowler voorstaat, kan men

1. zich realiseren dat tenminste één object H , het totale heelal, in een relatie moet staan tot zichzelf, die de eigenschappen heeft van de relatie *verklaring* of *begronning*;
2. zich realiseren dat relaties extern of intern zijn.

Een relatie is intern als ze volgt uit de eigenschappen van de objecten die in die relatie staan. Het probleem van de betrekkingen tussen objecten, eigenschappen en relaties, het probleem van hun zijnswijze stelt zich. Eisen dat alle relaties intern zijn is niet mogelijk; eisen dat ze allen extern zijn is ook onmogelijk. Het reëel heelal moet één zijn. Dat betekent dat ieder deel ervan tenminste in een interne relatie staat met een ander deel ervan, zo dat alle delen in directe of indirecte relatie met elkaar zijn. *Eenheid* van het heelal, zowel als *zelf-verklaring* en een mengsel van *interne* en *externe* relaties geven drie belangrijke nieuwe postulaten om de, op het eerste gezicht nogal vleesloze, voorstellen van Bowler, toch voldoende inhoud te geven om 1) binnen de taal der relaties blijvend, 2) toch nog iets meer te doen dan relatiecalculus. Deze twee voorwaarden volgen uit de bepaling van 'bestaan'.

Met deze bepaling van 'bestaan' in relatiel ogische termen doet Bowler twee verschillende dingen:

1. hij formuleert een aantal postulaten,
2. hij leidt van de postulaten én van de ervaring een aantal metafysische stellingen af.

Wij volgen, maar met de bedoeling na te gaan hoe groepentheorie, symmetrie en invarianten

hiermee samenhangen.

Een eerste bijna triviale opmerking is dat niet met iedere relatie een groep samenhangt. Als de n koppels (a_1a_2) (a_3a_4) ... (a_ma_n) in de relatie R staan, dan zijn de substituties a_1 door a_3 door a_5 (enz.) en a_2 door a_4 door a_5 (enz.) bewerkingen waaronder R invariant is. Deze bewerkingen vormen een groep. In het algemeen zijn relaties niet symmetrisch. Als ze symmetrisch zijn, vormt de groep der permutaties van al hun termen, een invariantengroep voor de relatie. In dat geval is $R(abcd...) = R(bcda...) = R(dcba...)$ enz. Ons probleem is, na te gaan in hoeverre de uitwerking door Bowler van een systeemtheoretische metafysica, groepentheoretisch kan worden gevolgd en verrijkt.

P_{1a} Het heelal is een totaliteit, samengesteld uit delen die in relatie staan met elkaar.

P_{1b} Deze totaliteit is geünificeerd, continu en coherent.

Door continuïteit wordt gewoonlijk de topologische eigenschap verstaan van dichtheid, of een limieteigenschap. Dit schijnt voor een kwantumheelal niet op te gaan. Coherentie kan betekenen 'niet tegenstrijdig' of 'samenhangend'. Unificatie kan betekenen dat het heelal als geheel een eigen structuur en causaliteit heeft die a) niet volgt uit de eigenschappen der delen en b) de eigenschappen der delen bepaalt.

Het blijkt dat **P_{1a}** minder problemen stelt dan **P_{1b}**. In **P_{1a}** wordt slecht gesteld dat de deel-geheel relatie toepasbaar is op de werkelijkheid en dat er één, en één enkel geheel bestaat waarvan alles wat werkelijk is, deel uitmaakt.

Systeemtheoretisch gezien heeft deze totaliteit geen omgeving (vermits ze alles omvat), geen grens en geen centrum. Dit zou volgen uit de bepaling van omgeving, grens en centrum. Hier is het slechts een hypothese. Het vraagstuk wordt dan welke systeemtheoretische eigenschappen bezit het heelal wel.

P₂ Het tweede postulaat is van kennistheoretische aard: naarmate de kennis van delen van het heelal in exactheid en hoeveelheid toeneemt, neemt ook de kennis van het heelal als totaliteit en eenheid toe.

De extreem complexe polyadische relatie $P(ab...)$ die tussen alle delen van het heelal bestaat, kan door kennis van relaties die een lagere graad van polyadiciteit bezitten worden benaderd. De bepaling van 'benaderen' of van 'modelleren' moet gepreciseerd worden wil **P₂** een duidelijke inhoud krijgen.

I.1. Het heelal is een systeem van systemen in interactie met elkaar

Een verzameling elementen vormt een systeem als de interrelaties die ze onderhouden het aantal eigenschappen en relaties die de elementen kunnen hebben beperkt en controleert. Dit wil zeggen dat de groepen permutaties waaronder een systeem invariant is als gevolg hebben dat de elementen ervan invariant zijn onder kleinere groepen dan zij zouden zijn indien ze zich niet in systeemverband zouden bevinden. Het zegt ook meer: er bestaat een causale afhankelijkheid tussen systeemorganisatie en relaties en eigenschappen van de delen, die de eigenschap heeft dat bij storingen en externe beïnvloeding de organisatie de variaties controleert.

Probleem: volgt uit I.1. dat

1. ieder systeem als delen slechts systemen heeft? Dan, vermits systemen steeds zijn samengesteld (totaliteiten die uit elementen bestaan in relatie met elkaar), is het heelal oneindig deelbaar;
2. ieder systeem deel uitmaakt van supersystemen die verschillend zijn van het eerste?

Dan is het heelal oneindig groot (1), maar ook oneindig complex (b).

I.2. Het heelal bestaat uit een hiërarchie van systemen

Deze I.2. stelt problemen. Men kan ze interpreteren als

$I'_2 =$ supersystemen zijn meer complex dan hun deelsystemen.

$I''_2 =$ als systemen van dezelfde complexiteitsgraad tot supersystemen behoren (zonder intercalatie: geen S_1C/CS_2) dan zijn deze supersystemen van dezelfde complexiteitsgraad.

$I'''_2 =$ Systemen behoren niet tot meer dan één supersysteem.

$I''''_2 =$ Als S_1 tot SS_1 behoort en SS_1 tot SSS_1 , dan volgen sommige eigenschappen van S_1 uit eigenschappen van SSS_1 en niet omgekeerd.

I'_2 is niet steeds waar (het zonnestelsel is minder complex dan de menselijke hersenen; I''''_2 is niet steeds waar (de eigenschappen van melkwegenclusters bepalen niet de eigenschappen van biotopen) zonder I'_2 en I''_2 te bediscussiëren zou ik voorstellen: het heelal bevat fragmentaire *hiërarchieën* en *heterarchieën*. Als geheel is het heterarchisch geordend.

P₃ Alle systemen hebben gemeenschappelijke eigenschappen.

Vertaald: er bestaat een verzameling van oordelen die waar zijn voor alle systemen en alleen voor systemen, en volgen uit het systeem-zijn zelf.

Mogelijke invulling: systemen zijn organisatievormen en de systeem-specifieke eigenschappen, in systeemwetten uitgedrukt, volgen uit het wezen van organisaties (1) en van natuurkunde, van de natuurlijke soorten van organisaties. Sociologisch vormt de *organisatietheorie* een bron voor de systeemtheorie, de logisch-mathematisch *relatie en grafentheorie*. Als P_3 niet waar zou zijn verliest de systeemtheorie ofwel haar universaliteit, ofwel haar systemisch karakter. Systeem = συν-ιστᾶν: ertoe gekomen zijn, in geordende stabiliserende relaties verbonden te zijn = tezamen te staan.

Een organisatie is een relationeel netwerk. I.e.: een veelheid van relaties die met elkaar zijn geconnecteerd. Dit staat toe de bepaling van het zijn met de bepaling van systeem in contact te brengen. Hoe is nog niet duidelijk.

P₄ Als het heelal een laag heeft van niet samengestelde elementen, kan men de 'hoogte' van andere lagen bepalen door de afstand waarop ze liggen van de basislaag.

Als het heelal geen basislaag heeft kan men een basislaag kiezen.

De afstand tussen een laag en een andere is het aantal overgangen van 'systeem' tot 'supersysteem' die nodig zijn om van de systemen van de lagere tot die van de hogere te komen. Systemen behoren tot eenzelfde laag als ze van gelijke complexiteitsgraad zijn.

Het heelal kan een eindig of een oneindig aantal lagen hebben. Zo een oneindig aantal lagen kunnen in drie soorten oneindigheden bestaan: 1. boven een gegeven laag, 2. beneden een gegeven laag, 3. in de twee richtingen. Ook een eindig heelal kan een oneindig aantal lagen hebben.

De bepaling van complexiteitsgraad hangt af van de bepaling van systeem: de complexiteitsgraad van een systeem wordt bepaald door het aantal subsystemen die systeemessentiële functies vervullen, van het aantal systeemessentiële relaties tussen hen, van de verscheidenheid van die relaties en van de complexiteit van die relaties.

Tot nu toe bevat P_4 slechts voorbereidende bepalingen. Bowler geeft niet voldoende om de opbouw van zijn eigen stelling mogelijk te maken. Met de bepalingen die voorafgaan kunnen we echter tot P_4 komen.

De systemen van iedere systeemlaag hebben emergente eigenschappen, typisch voor die laag. Die emergente eigenschappen zijn relaties. Bowler stelt dat de emergente eigenschappen voor alle hogere lagen gelden. Dit lijkt niet noodzakelijk voor alle emergente eigenschappen.

Hypothese: dat iedere laag emergente eigenschappen heeft volgt ofwel uit het feit dat het heelal zelf een systeem is, ofwel uit het bijzonder soort systeem dat het heelal is, ofwel uit de manier waarop elementen van hogere lagen uit elementen van lagere lagen worden opgebouwd.

P₅ Op alle lagen gelden dezelfde bepalingen van systeem, subsysteem en supersysteem.

Bijvoorbeeld: een verzameling van delen van S_1 , die samen een systeem S_2 vormen dat bovendien in het functioneren van S_1 een noodzakelijke rol speelt, is een subsysteem van S_1 . S_3 is een supersysteem van S_1 als S_1 een subsysteem is van S_3 .

Een verzameling elementen is een systeem als het in een aantal relaties staat die zelf, samengenomen een aantal andere relaties impliceren én erdoor worden geïmpliceerd, die bij wijziging van delen en/of elementaire relaties, de oorspronkelijke structuur herstellen (binnen zekere grenzen).

P_5 kan als een ontologische of een methodologische stelling worden geïnterpreteerd: de eenheid van het heelal en de eenheid van de kennis kan slechts worden uitgedrukt als P_5 geldt. Dat P_5 kan worden doorgevoerd hangt echter van een objectieve eigenschap van het heelal af.

Stellingen

St.1. Ieder systeem heeft interne relaties die 1) de mogelijke variëteit van subsystemen, 2) de ontwikkeling van het systeem, 3) de mogelijke variëteit der externe relaties en 4) een deel van de systeemgrenzen bepalen.

Bewijs. De ontwikkeling van het systeem is een verandering van de interne relaties ervan. De verandering moet door de interne relaties zelf worden bepaald wil het systeem autonoom zijn. Subsystemen moeten essentiële functies van het systeem helpen realiseren. Dus moet de variëteit aan subsystemen worden bepaald door de laagspecifieke emergente eigenschappen van het systeem (wat slechts door bemiddeling van de interne relaties kan). De interne relaties kunnen niet de feitelijke inhoud maar moeten wel de mogelijke vorm van de externe relaties bepalen wil het systeem zijn interne autonomie in zijn externe individualiteit kunnen uitdrukken. Vermits de interne relaties bepalen hoe de delen met de externe relaties interageren moeten ook de grenzen (d.w.z. de delen die even sterk door interne als externe relaties worden bepaald) erdoor worden bepaald.

St.2. a) Alle systemen hebben externe relaties.

b) Ze zijn interne relaties van een supersysteem, of relaties met systemen van dezelfde rang,

of relaties met systemen van lagere rang, of interne relaties van het totaal heelal.

Bewijs. Vermits ieder systeem tot het heelal behoort en geen enkel er identisch mee is, volgt 2a. Als een systeem tot een intermediaire rang behoort moet het noodzakelijk relaties tot supersystemen en subsystemen bezitten (door hun bepaling) en met systemen van dezelfde rang (vermits op die laag het systeem externe systemen moet hebben). Vermits het heelal een systeem is, zal het systeem ook door interne relaties van het heelal worden geïmpliceerd.

St.3. Ieder systeem heeft grenzen.

Bewijs. Elementen behoren tot een systeem als ze met alle andere elementen ervan in directe of indirecte relatie staan. Ze liggen er buiten als ze met geen enkel element (of slechts met enkele) in directe relatie staan. De interne elementen staan bovendien in kwalitatief andere relaties dan de externe. Hieruit volgt dat er elementen moeten bestaan die meer dan andere in directe relaties tot de externe staan. Zij vormen grenzen. Het bestaan van supersystemen zowel als het interageren van systemen als subsystemen eist grenzen.

St.4. Ieder systeem reageert op verschillende manier op verschillende externe relaties en op in- of uittreden van delen.

Bewijs. Het systeem is zo georganiseerd dat het zijn globale organisaties behoudt. Dus zal het op verschillende interne en externe wijzigingen differentieel reageren en ook differentieel reageren op de verschillende aspecten en relaties van de externe wereld.

St.5. Ieder systeem is stabiel binnen zekere grenzen.

Bewijs. Door de bepaling zelf van systeem. Dus zal het partieel inert zijn, partieel compenserend reageren op storingen.

St.6a. Ieder systeem bestaat uit processen.

Bewijs. Een proces is een reeks veranderingen die in een specifieke relatie staan tot elkaar. Systemen bestaan uit interagerende delen. Die interactie is slechts mogelijk door processen. Dus bestaan systemen uit processen.

Nota Deze St.6 is niet afleidbaar uit de postulaten die niets bevatten over processen.

St.6b. Ieder systeem bestaat uit processen die elkaar in evenwicht houden (en dus equilibratieprocessen mogen heten).

Bewijs. Systemen bewaren hun structuur. Dus moeten ze, als ze uit processen bestaan, uit equilibratieprocessen bestaan.

Bepalingen. Functies zijn processen die noodzakelijke voorwaarden zijn van het zelfbehoud van systemen.

De systeemprocessen zijn ofwel cyclisch, ofwel complexiteitsverhogend, ofwel verlagend (en eventueel desintegrerend).

Dat die drie soorten processen nodig zijn kan worden afgeleid uit de noodzaak tot groei, tot productie van supersystemen, tot beperking en tot beëindiging (ondergang is grens in de tijd, gevolg van beperkte informatie en beperkte energie).

St.7. Ieder systeem heeft een controle-subsysteem dat de organisatievorm ervan bestendigt.

Bewijs. Dit volgt uit de bepaling van systeem. Het controlesubsysteem van het heelal zal echter de interactie der basiskrachten zijn (en dus niet gelokaliseerd) terwijl de controlesubsystemen van organismen of cellen wel zijn gelokaliseerd. De twee vormen van controle zijn nodig.

St.8. Ieder systeem bestaat uit relaties tussen energie, stof en informatie.

Bewijs. Energie is (algemeen) dat wat het vermogen heeft iets te veranderen.

Stof is (algemeen) dat wat het vermogen heeft zich op bepaalde plaatsen te bevinden.

Informatie is (algemeen) dat wat het vermogen heeft de organisatie van systemen in andere systemen te reproduceren.

Om systeem te kunnen zijn moeten energie en stof interageren want bepaalde delen op een

bepaalde manier gelokaliseerd (niet noodzakelijk exact) moeten in elkaar veranderingen veroorzaken. Bovendien moet het systeem, om zijn vorm te bewaren, informatie over vroegere systemen gebruiken. Deze ingrediënten zijn noodzakelijk en voldoende. Maar de relaties heterogeen: informatie behoort tot een veel hoger relationeel type dan energie of stof. Energie en stof, verbonden met tijd en ruimte, en informatie verbonden met relaties tussen gescheiden tijd en ruimte, equilibreren elkaar.

St.9. Ieder systeem ondergaat spanning.

Bewijs. Spanning is een interrelatie van energie, stof en informatie die in het systeem activiteit veroorzaakt. Als het systeem zijn vorm behoudt en uit energie, stof en informatie bestaat, dan moet, als het in sterke interactie treedt, spanning optreden om compenserende re-equilibratie voort te brengen.

Probleem.

1. Is energie, stof, of informatie dominant (chronologisch of causaal of controlematig)? Energetisme, materialisme of spiritualisme: systementheorie loochent alle drie (?).
2. Om St.8 die hoogst belangrijk is werkelijk te bewijzen moet een veralgemeende definitie van ruimte, tijd, beweging, werk, energie, stof, informatie in systeemtheoretische vorm worden gegeven.
3. Welke van de twee volgende beweringen is waar
 chaos x tijd → orde
 maximale orde x tijd → multiplicatie van intermediaire, minimale en chaotische orde
 of zijn ze beide vals? Indien ze waar zijn, hoe zijn ze afleidbaar uit systeemtheorie?

St.9. In ieder systeem komen met elkaar in conflict komende tendensen voor:

1. naar dominantie van het systeem en naar onafhankelijkheid van subsystemen;
2. naar gecentraliseerde en gedecentraliseerde controle;
3. naar integratie en desintegratie;
4. naar emergente nieuwheid en specialisatie;
5. naar ontwikkeling en behoud.

Bewijs. Als een systeem uit subsystemen bestaat volgt 1 door de bepaling van systeem. Als een systeem in interactie met externe systemen staat, ontstaan spanningen die zich ofwel ontladen in desintegratie (stabilisatie op lager niveau, specialisatie), kwalitatieve verandering (nieuwheid), fusie (ontwikkeling) en wijziging van controle. Dit alles zijn mogelijke reacties op spanningen en treedt steeds op.

P₆ Het heelal bestaat uit processen die systemen van systemen synthetiseren of systemen van systemen desintegreren. Ofwel is deze balans eeuwig, ofwel tijdelijk (steady state of big-bang).

Probleem: kan uit het systeembegrip worden afgeleid

1. wat de bepaling van proces is;
2. waarom deze synthetiserende en desintegrerende processen noodzakelijk zijn om a) om het even welk systeem, b) of dit specifiek heelalsysteem te verwerkelijken?

Bowler zegt terecht dat

1. het heelal een evolutie naar complexiteit vertoont (al dan niet reversibel, het probleem van FAP).
2. het zoeken naar waarde het zoeken naar adequate subsysteemrelaties in supersystemen is

- (groep, aarde, heelal). Zin is te bepalen in termen van relatie-axiologieën. Hoe?
3. vrijheid: het bewust systeem staat onder controle maar kan door modellering en simulaties zijn eigen programmeur en computerbouwer worden. Vrijheid *wordt*! Hoe?
 4. uit de relationele theorie van bestaan volgen vormen en graden van bestaan.
 5. de verhouding lichaam-psyche is de verhouding van informatietransformatie tot energietransformatie (of van functie tot structuur).
 6. religies zijn pogingen tot autocontrole van het psychisch leven door een maximalisatie van intensiteit en extensie van het bewustzijn (fusie met het al $\approx$ fusie met God). Religies worden! Hoe?

In wat hier voorafgaat werd getoond dat in een kwalitatieve, verbale systeemtheorie, een metafysica uitdrukbaar is. We vertrokken van Bowler, ontleedden zijn ‘zijnsbegrip’, trachtten het te versterken, gaven dan zijn postulaten en empirische uitgangspunten en formuleerden zijn stellingen en bewijzen of tenminste argumenten gevend, die hij niet gaf. Het probleem dat nog open blijft is dat van de deductie van systeem-zijn uit zijn (1) en van de deductie van zijn grondbeginselen (2). We zagen ook dat de stellingen een klein aantal extra grondbeginselen vooronderstellen die niet direct uit het systeemtheoretisch uitgangspunt volgen (als men spreekt over processen, tijd en ruimte, massa-energie en informatie (3). Wij zouden dus dit soort metafysica in verschillende richtingen kunnen uitdiepen. Maar wij willen in een andere richting werken: het systeembegrip zelf kan - juist zoals het relatiebegrip - in verband worden gebracht met groepen.

Daarvoor heeft men wel een meer gestroomlijnd systeembegrip nodig dan Bowler aanbiedt. We kiezen Mesarovic en Takahara *General systems theory*² en we doen twee pogingen:

1. het zo sterk mogelijk in verband te brengen met groepentheorie en symmetrietheorie;
2. daarna contact te leggen tussen de mathematische en de metafysische systeemtheorie van Bowler.

In hun hoofdstuk II ‘Basic concept’ bepalen ... Mesarovic en Takahara een systeem als een relatie tussen verzamelingen.

$S \subset X[V_i; i \in I]$ (waar x het cartesians product en I een index verzameling aanduidt).

Als I eindig is, legt $S \subset V_1 \times V_2 \dots \times V_n$ een systeem vast.

Om nog verder te vereenvoudigen kan men de indexset I in twee helften verdelen, waarvan men de eerste de inputset en de tweede de outputset noemt. Laat $1, X$ en $2, Y$ heten, dan (derde formule) $S \subset X \times Y$.

Als S een functie is zodat $S: X \rightarrow Y$ met een element van x slechts een element van Y in verband brengt is het systeem functioneel.

Voor zulke systemen kan men onmiddellijk symmetrie of rotaties bepalen: a) permutaties in X , b) permutaties in Y , c) permutaties van X en Y , d) permutaties van $X \times Y$. De natuurlijke problemen zijn: hoe hangen deze verschillende soorten permutaties met elkaar samen?

Als S een functie is moet de meer-eenduidige kaart van X naar Y door alle permutaties worden bewaard. Permutaties van X en Y laten het systeem slechts invariant als het systeem het triviale identiteitssysteem is.

Als we meer structuur hebben kunnen we deze begrippen gebruiken. Nu is het te vroeg.

Men kan een abstracte verzameling van interne toestanden C bepalen door de volgende eigenschap.

$C \times X \rightarrow Y$: een functionele relatie bestaat tussen $C \times X$ en Y , waardoor met ieder koppel Cx uit $C \times X$

² Mesarovic en Takahara

één en één enkel element van Y overeenkomt. f kan een volledige of een partiële functie zijn.

Het is een triviale mathematische waarheid dat C bestaat.

Zoals we al bij Bowler zagen voor ieder bestaand object (bepaald door een relatie die zelf bepaald wordt door de groep der operaties die zijn koppels (of n -?) in elkaar omzetten, zo is ook hier een systeem zelf een symmetrie waarvan de invariant de relatie is die het systeem bepaalt. Dit is - in deze algemeenheid - triviaal.

Om de klassieke verplaatsing, rotatie, weerspiegeling, symmetrieën te kunnen bepalen op algemene systemen moet men ruimte, tijd en afstand invoeren. Later doen we dat. Op algemene systemen zelf kunnen bewerkingen worden bepaald.

X en Y kunnen lineaire algebra's zijn over een veld A . Dat betekent dat in $X \times Y$ een optelling bestaat en dat in het veld A elementen C bestaan die met de elementen van $X \times Y$ vermenigvuldigen (MacLane toont op p. 133 dat een veld F een niet triviale commutatieve ring is: $[ab=ac \wedge a \neq 0] \rightarrow b=c$, waarin ieder met zero element een multiplicatieve inverse heeft).³

Als X en Y lineaire algebra's over hetzelfde veld A zijn, dan is $SCX \times Y$ een lineair systeem. Als een $R: C \times X \rightarrow Y$ bestaat met

1. C is een lineaire algebra over A ;
2. twee lineaire afbeeldingen $R_1: C \rightarrow Y$, en $R_2: X \rightarrow Y$ bestaan zo dat $R(C, X) = R_1(C) + R_2(X)$.

De optelling heeft associativiteit. Er bestaat een identiteitsbewerking. Twee optellingen verbonden vormen een optelling. Het veld benadert dus een groep. Maar het is niet noodzakelijk een groep: er bestaat niet noodzakelijk een inverse. Een lineair systeem realiseert dus niet noodzakelijk een symmetrie.

Wat wij zoeken is de groep van automorfismen van de verzameling van alle systemen. Herman Weyl⁴ identificeert objectiviteit met invariantie onder de groep der automorfismen. Tot nu toe is dat de groep der automorfismen van eindige cartesische producten, of van willekeurige lineaire afbeeldingen van lineaire algebra's op elkaar. Dit blijft te abstract om interessant te zijn. We blijven de abstracte uitgangspunten concreter maken tot wij tijd, ruimte en afstand bereiken.

Tijd

Laat een tijd T een volledig geordende oneindige discontinue reeks zijn waarop een abeliaanse groep bepaald is, met een 0, een optelling en een aftrekking.

Als $SCXY$ een systeem is, dan kan $X \subset AT$ en $Y \subset B^T$ (waar A^T en B^T de verzameling van alle afbeeldingen van T op a en op B zijn, en A en B respectievelijk het alfabet van X en Y).

Een tijdssysteem is een systeem met een volledige afbeelding van zijn inputset X op de tijd (waaruit ook de volledige afbeelding van de outputset volgt).

Een tijdssysteem is een dynamisch systeem als het voor alle ogenblikken een input-output functie heeft die gedateerd is in de tijd en als bovendien de antwoordfuncties van latere perioden afhangen van de antwoordfuncties van vroegere periodes (de semi-groepseigenschap, of toestandstransitie-eigenschap).

Als er niet vele, maar slechts een tijd wordt ingevoerd, kan men uitdrukken dat een toestand zich niet heeft gewijzigd of dat een latere toestand identisch is aan een vroegere. Die mogelijkheden veronderstellen tijdssymmetrie: invariantie doorheen de tijd. De toestandsruimte van het systeem blijft invariant en de evolutie van het systeem onder om het even welke input, is een afbeelding van die toestandsruimte op zichzelf: een veralgemeende permutatie. Strikt dynamische systemen worden dus gekarakteriseerd door een permutatie-symmetrie, die tegelijk de basis is van de invariantie van de systeemwetten doorheen de tijd. Een $SCX \times Y$ dat absoluut geen tijdsinvariantie zou hebben zou geen systeem zijn.

Eens de tijd is ingevoerd kan men

³ MacLane, p.133.

⁴ Weyl 1973, p.132.

1. een initiale toestand en een initiale input bepalen;
2. een output genererende functie;
3. een toestand genererende functie.

2 kan van $s_t x_t$ afhangen, of van s_t alleen, of van c_t alleen, of van $s_{t0}-x_{tm}$, of van $c_{t0}-c_{tm}$, of van combinaties van fragmenten daarvan.

Voor 3 kan men dezelfde mogelijkheden beschouwen. Die verschillende mogelijkheden leiden tot verschillende vormen van tijdsinvariantie.

1. Een systeem is *statisch* als de output op ieder ogenblik alleen afhangt van de input op dat ogenblik en van de initiale toestand van het systeem.
 $Stat(S)=(Def) (At)y_t=f(C_0, X_t)$
2. Een *geheugenloos* systeem hangt alleen af van de input en de toestand op één ogenblik.
 $Ghgl(S)=(Def) (At)y_t=f(X_t, C_t)$
3. Een systeem is *tijdsinvariant* als de outputfunctie op ieder ogenblik kan worden bekomen door een verschuiving van de outputfunctie van de initiale toestand.
4. Een systeem is niet *anticipatorisch* als zijn output slechts afhangt van zijn input en toestanden in verleden en heden; het is sterk niet anticipatorisch als zijn output slechts afhangt van zijn inputs en toestand in het verleden.
5. Een systeem is *verledenafhankelijk* als zijn output slechts afhangt van zijn inputs en outputs in het verleden; het is *onmiddellijk verledenafhankelijk* als zijn input slechts afhangt van zijn inputs en toestand in het onmiddellijk voorafgaand ogenblik.

Nota: deze reeks begrippen toont het verband tussen wetten invariant onder verschuiving in de tijd (basis in de mechanica van het behoud van energie) en de algemene systeemtheorie. Ze toont het verband tussen determinisme en tijdsinvariantie en ook de grote veelheid van determinismebegrippen die men van elkaar kan onderscheiden.

In KV (Past-determinacy) en KVI (Realization of time-invariant systems) worden verschillende vormen van tijdsinvariantie verder ontleed.

Wij onderstrepen dit omdat wij willen tonen dat er een verband bestaat tussen systeemtheorie en groepentheorie (en daardoor ook tussen symmetrietheorie en systeemtheorie).

Vermits ons doel is, de theorie van het heelal als geheel te verbinden met systeemtheorie (om te verklaren waarom het heelal als geheel de invarianties heeft die het bezit) zouden wij als volgt (simplistisch) kunnen redeneren.

1. Het heelal is een systeem.
2. Een systeem moet tijdsinvariant zijn.
3. Dus is het heelal tijdsinvariant.

Echter, de tweede veronderstelling is uiterst twijfelachtig. Zeker rechtvaardigt ze de invariantie van wetten onder translatie. Maar het heelal bevat evoluerende en lerende systemen (galaxieën, sterren, biosferen, organismen, bewuste soorten). Men kan deze systemen op zeer verschillende manieren als systemen uitdrukken.

1. De outputfunctie kan veranderen.
2. De toestandsfunctie kan veranderen.
3. De toestandruimte kan veranderen.
4. De relatie die het systeem is kan zelf veranderen.
5. De verzamelingen in het cartesiaans product waarvan de systeemrelatie ligt kan veranderen.

We mogen a posteriori aannemen dat het heelal zulke tijdsvariabele systemen bevat. Dit belet

niet dat het totaalsysteem zelf tijdsinvariant zou zijn.

Wel zou een systeemtheorie van de totaalwerkelijkheid die alleen empirisch vaststelt dat de invariantie van het totaalsysteem coëxisteert met de variabiliteit van de deelsystemen niet rationeel bevredigen. Men zou dus eigenlijk zelfs in een zeer algemene systementheorie moeten zoeken naar de meest algemene (of, anders gezegd, meest eenvoudige) voorwaarden die noodzakelijk maken dat een tijdsinvariant systeem tijdsinvariante deelsystemen bevat.

Vóór men zich aan dit probleem kan wagen moet men er nog een ander oplossen: voor het heelal als totaliteit genomen kan men als input alleen de initiale toestand onderscheiden en als output de finale toestand (respectievelijk: een initiale toestandsreeks en een finale toestandsreeks). Dit betekent dat voor dit systeem de input-outputfunctie samenvalt met de volgende toestandsfunctie. Het globaal systeem heeft dus - bij bepaling - deze eenvoudige systeemvorm. De principiële vraag komt er dus op neer te begrijpen waarom zo'n systeem deelsystemen *moet* bezitten die niet tijdsinvariant zijn.

Een antwoord daarop kan worden gezocht door op te merken dat niet-tijdsinvariante systemen in het algemeen open zijn (1) en dat doelgerichte systemen ook in het algemeen open zijn (2) (en meestal - maar niet noodzakelijk - in staat tot evolutieve- en leerprocessen en dus niet tijdsinvariant).

Mesarovic formuleert open systemen abstract. Een open systeem kan niet adequaat als een functie worden afgebeeld⁵: inputs bepalen outputs niet uniek vermits oncontroleerbare elementen in het systeem kunnen binnendringen. Dit geeft een samengestelde input: $X = M \times U$ en $S \subset M \times U \times Y$. Voor het M -deel van de input kan men aangeven welke elementen van M inputs van S zijn, voor het U -deel kan men slechts aangeven tot welke deelverzamelingen U_d van U de inputs van S behoren. Dit betekent dat men slechts aan kan geven tot welke deelverzamelingen van Y de outputs behoren, en tot welke deelverzamelingen van C (de toestandsruimte) de toestanden van het systeem behoren.

Eens men over open systemen beschikt kan men de stelling verdedigen dat een tijdsinvariant totaalsysteem uit open systemen moet bestaan, omdat in een totaalsysteem met slechts gesloten systemen de interactie van de deelsystemen beneden een optimum of een minimum ligt.

Dit kunnen we echter slechts formuleren als we het totaalsysteem als doelgericht beschouwen. Ook dit begrip kan in een algemene systementheorie worden bepaald. Als $S \subset (X \times Y)$ een systeem voorstelt en een functie f kan worden bepaald op de elementen van Y , zó dat (XY) in S voorkomt alleen als $f(y) > m$ (een minimumwaarde), dan kan worden gezegd dat S een beslissingsprobleem oplost of een functie optimaliseert.

Doelgerichtheid veronderstelt niet doelbewustheid. Het is dus niet absurd te stellen dat het totaalsysteem zo evolueert dat een bepaalde functie (in ons geval: de graad van interpenetratie of interferentie) wordt geoptimaliseerd. Zo zou men uit het systeemkarakter van de totaliteit het bestaan van open deelsystemen kunnen afleiden. Open systemen zijn wel *voorwaarden* voor evoluerende of lerende systemen, maar geen voldoende voorwaarden. Het probleem dat we stelden is dus wel een stap vooruit gebracht, maar niet werkelijk opgelost.

De veronderstelling dat het totaalsysteem abstract doelgericht zou zijn is niet zo buitenissig als men de minimale actiebeginselen van de natuurkunde bekijkt. Toch zou het nuttig zijn een deductie van het bestaan van open, evoluerende en lerende systemen uit andere basissen af te leiden.

Daarbij helpt de vaststelling dat niet tijdsinvariante systemen ook nog op hoger niveau tijdsinvariant zijn.

1. De op pag. ... vermelde vijf veranderingstypen kunnen constant blijven. Dat is opnieuw een abstracter tijdsinvariantie.

⁵ Mesarovic, p.256.

2. De veranderingen 1-5 op p. ... gebeuren als functie van vroegere functies of ruimtes (van dezelfde of andere aard). Die afhankelijkheid van de verandering kan constant blijven.

Het begrijpen van de interrelatie van tijdsinvariante met niet-tijdsinvariante systemen kan slechts komen door ook met deze abstracte invarianties rekening te houden.

Het totaalsysteem en de deelsystemen moeten stabiel zijn of ze kunnen niet bestaan. De relatie tussen stabiliteit en symmetrie is niet dezelfde als die tussen tijdsinvariantie en symmetrie maar niettemin belangrijk. Om het probleem van tijdsinvariante systemen verder te ontleden moet die nu onder ogen worden genomen. *Moeten* bepaalde systemen stabiel of invariant zijn? Heelal, element? Of mogen ze niet?

Als een gebeurtenis e_1 oorzaak is van e_2 dan is hun relatie stabiel als een gebeurtenis in de nabijheid van e_1 oorzaak is van een gebeurtenis in de nabijheid van e_2 . Stabiele relaties zijn relaties invariant onder bewerkingen die een element vervangen door een element in de nabijheid ervan. Deze bewerkingen hebben niet noodzakelijk de groepeerseigenschap (alle elementen in de nabijheid van een element in de nabijheid van een eerste liggen niet in de nabijheid van dat eerste). De andere groepeerseigenschappen zijn gerealiseerd. Toch is topologisch NN' soms *gelijk aan N*!

In een willekeurige verzameling kan men een willekeurige verzameling deelverzamelingen ($N(V)$) uitkiezen en voor een punt v uit V , de verzameling $n(v)$ en $N(V)$ waarin V ligt als nabijheid van v uitkiezen.

1. Een outputfunctie is stabiel als $f(xy)$ zo is dat $f(N(x)N(y))$ geldt (met N bepaald zoals boven).
2. Een toestand c in C is stabiel ten opzichte van inputs en volgende toestandsfuncties als voor $CxX \rightarrow Y$ geldt dat $N(CxX) \rightarrow N(Y)$ (strenger: $N(CxX) \rightarrow Y$).

Men kan stabiliteit, zoals boven door het invoeren van een topologie bepalen. Men kan ze ook bepalen door het invoeren van een afstand.

Een verzameling C kan ? stabiel worden genoemd onder een verandering f als voor alle c in C , de afstand tussen $f(c)$ en C kleiner is dan d (of, zuiver kwalitatief, als voor alle $f(c)$ niet c in C , $f(c)$ in C ligt, dan is C een invariante verzameling)⁶

Stabiliteit voert ofwel begrippen uit topologie in (nabijheid), ofwel uit metriek (afstand).

Het beginsel van minimale actie van Maupertus⁷ kan als een stabiliteitstest worden gezien die wordt opgelegd aan systemen die nochtans ook veranderen. De bron van de verandering kan niet in de stabiliteit zelf worden gevonden maar de minimaliteitsbeginselen beperken die veranderingen (juist zoals de stabiliteitsbeginselen).

Structurele stabiliteit kan worden bepaald door een willekeurige deelverzameling op de verzameling der reeksen toestanden of der reeksen outputs. Een systeem is structureel stabiel als het in die deelverzameling blijft eens het erin is, voor willekeurige inputs.

Tijdsinvariante systemen zijn niet noodzakelijk stabiel. Stabiele systemen zijn tijdsinvariant. Het heelal als geheel, in zijn totaliteit van zichzelf verklarend systeem moet tijdsinvariant zijn. Dit betekent dat de irreversibele ontwikkelingen slechts ruimtelijke of/en tijdelijke episodes kunnen zijn. Dit betekent ook dat de fundamentele structuur van het heelal door symmetrieën en groepen wordt uitgedrukt.

Zeer algemeen kunnen zowel evenwicht als stabiliteit door symmetrieën in de tijd of/en in de ruimte worden uitgedrukt, terwijl onomkeerbaar worden (in zover het worden is en daarom een

⁶ p.167.

⁷ Maupertus, in Hamiltons versie, Feynman, K19.

zekere regelmatigheid heeft) door symmetrieën in de ruimte van deeltijden of deelruimten van de totale tijd of ruimte kan worden uitgedrukt.

Uit wat zojuist gezegd werd blijkt dat er een duidelijk verband tussen algemene systeemtheorie en groepentheorie bestaat. De stellingen in de systeemmetafysica gaan echter vooral over subsystemen, supersystemen en hun specificiteiten.

In Mesarovic-Takahara worden subsystemen in KX vooral met het oog op connecties van systemen, en op decomposities ervan behandeld. Hier blijkt weer een verband tussen systeem en symmetrie te bestaan.

De drie basisconnecties zijn

1. connectie in cascade: zekere outputs van S_1 worden inputs van S_2 , enz. ($S_2, S_3, \dots, S_n$);
2. connecties in parallel: zekere inputs van S_1 worden ook inputs van S_2 ;
3. connecties in feedback, zekere outputs van S_1 worden inputs van S_1 .

Met een cascadeconnectie kan een translatie overeenkomen als de systemen dezelfde zijn. Dan bestaat de hele reeks uit translaties van eenzelfde systeem langs een lineaire orde. Met een feedbackoperatie komt een spiegelingsovereen van de input-output, met een parallelle operatie, als de systemen dezelfde zijn, komt een spiegeling van de toestandsruimten overeen, en een translatie van de input. Deze visie is echter partieel: ze karakteriseert de bewerkingen niet op zichzelf, maar slechts voor zover ze speciale, identische systemen betreffen.

Meer fundamenteel zijn de volgende vragen.

1. Vormen de bewerkingen groepen?
2. Als systemen invariant zijn onder zekere groepen blijft deze invariantie bepaald onder connecties 1, 2 of 3?

1. is beperkt het geval.

$S_1 \circ (S_2 \circ S_3) = S_1 \circ S_2 \circ S_{3000} (S_1 + S_2) + S_3 = S_1 + (S_2 + S_3)$ als de termen van de gelijkheid zijn bepaald.

Onder restrictieve voorwaarden kan men rechts en links inversen voor $\circ$ bepalen. $^{-1}S \circ S = I_Y$ $S \circ S^{-1} = I_X$ (waar $y \in X$)⁸

De lineariteit en het niet anticiperen van systemen wordt bewaard door de drie operaties, functionaliteit door $+$ en $\circ$, maar niet door F .

Voor de drie operatoren zijn vele decompositiestellingen bekend. Bijvoorbeeld:⁹ ieder eindig toestandstransactiesysteem (= sterk verleden bepaald) kan worden ontbonden in een cascade ($\circ$ -connectie) van permutatie- en resetsystemen waar een permutatiesysteem inputs heeft die permutaties zijn van de vorige en een restsysteem inputs ofwel bewaart, zoals tevoren, ofwel herstelt. Dit soort stellingen maakt systematisch van groepentheorie gebruik.¹⁰ Het algemeen begrip subsysteem (dat in de systeemtheoretische metafysica een centrale rol heeft) wordt hier op twee manieren bepaald.

1. Een systeem S_1 is een subsysteem van S_2 als S_2 uit S_1 (en eventueel andere systemen) door een eindig aantal $\circ$, $+$ en F bewerkingen kan worden opgebouwd.
2. Een systeem $S_1 (=S_1 \times Y_1)$ is subsysteem van $S_2 (=X_2 \times Y_2)$ als $X_1 \subseteq X_2$ en $Y_2 \subseteq Y_1$, waarvoor tenminste X of Y afzonderlijk de identiteit niet geldt.

Een dwingend bewijs dat het algemeen subsysteembegrip 2 samenvalt met het speciaal

⁸ p.174.

⁹ pp.204-205.

¹⁰ Hartmans-Steans 1966; Krehse Rhodes 1963; Kalman-Arbib 1969.

substansiebegrip 1 bestaat niet. Maar voor zover systemen worden beschreven als veralgemeende automata is het moeilijk denkbaar ze door andere operaties tot complexe systemen te verbinden dan door $+$, $\circ$ en F .

Dit stelt de wijsgeer-metafysicus voor een moeilijk vraagstuk: kunnen maatschappijen, psychismen, organismen en kwantasystemen worden opgebouwd volgens zo'n eenvoudige constructie procedure? Meer specifiek: kan de stelling volgens dewelke iedere systeemlaag eigen emergente eigenschappen heeft volgen uit deze constructieprocedure? Is ze er zelfs wel verenigbaar mee?

We staan voor een dilemma: de systeemtheorie die een relatie met symmetrie- en groepentheorie kan leggen, is langs de andere kant te beperkt om de algemene systeemtheorie die voor het totaal heelal geldige resultaten bereikt, uit te drukken.

We zullen duidelijk het systeembegrip verder moeten uitbouwen. Om dat te doen zullen we nu overschakelen naar de studie van de relatie tussen *wet, oorzaak en symmetrie*.

II.2. Wet, oorzaak en symmetrie

1. In de systeemtheoretische aanpak van het natuurfilosofisch probleem werd uitgegaan van de bepaling 'Zijn is in relatie staan tot' en 'Een systeem is een verzameling van elementen die allen in relatie staan tot elkaar' (natuurlijk ook tot niet elementen, maar niet *allen*).

Toen deze aanpak werd aangekondigd werd bijgevoegd dat zijn door meer specifieke relaties kon worden gekarakteriseerd. Eén ervan is 'Zijn is in wetmatige relaties staan tot andere elementen'. Een ander is 'Zijn is in oorzakelijke relaties staan tot andere elementen'.

De systeemtheoretische wijsbegeerte beproeft de eigenschappen vast te leggen die de natuur moet bezitten als ze een systeem van systemen is. De causalistische wijsbegeerte doet hetzelfde voor de natuur als netwerk van oorzaken en de nomothetische voor de natuur als structuur van wetten. Onze eigen basishypothese is dat de natuur een veld van benaderde symmetrie is (zoals Herman Weyl, Eugen Wigner en Richard Feynman dat geloven). De taak van de wijsgeer bestaat er dan in

- enerzijds te verklaren uit de natuur van het zijn (als relatie, systeem, oorzaak, wet of proces, enz. gezien) waarom daaruit volgt dat de natuur *deze* benaderde symmetrieën en geen andere moet vertonen;
- anderzijds te laten zien dat ook scheikunde, biologie, antropologie, sociologie, geschiedenis, psychologie op basis van benaderde symmetrieën is opgebouwd.

Om na te gaan of de causalistische of nomothetische wijsbegeerte min of meer vruchtbaarder is dan de systeemtheoretische is het nodig de relatie respectievelijk tussen oorzaak en symmetrie en wet en symmetrie te bekijken. Oorzaak en wet zijn fundamenteel verschillend maar hangen samen. Wetten zijn beter bekend dan oorzaken. Dus zullen we in eerste instantie de relatie tussen wetten en symmetrieën nader bekijken.

2. De twee begrippen werden recent met elkaar vergeleken door Bas C. Van Fraassen in *Laws and symmetry*. De schrijver besluit dat wetten niet bestaan en symmetrieën daarentegen als argumenten zowel als heuristische idealen een grote rol in wetenschappelijk onderzoek spelen. Van Fraassen is anti-realist zodat voor hem het probleem van de realiteit van symmetrieën zich stelt alleen voor ervaring. Zijn aanpak schijnt dus iedere relatie tussen *wet* en *symmetrie* uit te sluiten. Dit verbaast a priori.

Immers als we over wetten denken, zien we ze als regelmatigheden van grote algemeenheid (1) die een fysische noodzakelijkheid hebben (2) en die in de theorie waarin ze zijn geformuleerd, een groot aantal verschillende consequenties hebben (3),

universaliteit, noodzakelijkheid en cruciale plaats in het deductief systeem. Nu kan men juist deze drie (problematisch, maar steeds voor wetten als specifiek beschouwde) eigenschappen in verband brengen met symmetrieën.

- a. Als een wet veranderlijken bevat is ze universeel als ze geldig is voor alle waarden van die veranderlijken. Dat betekent dat men een groep kan bepalen van operaties die één waarde door een andere vervangen en deze groep laat de wet invariant. Universaliteit en symmetrie (als invariantie onder groepen) zijn verbonden.
- b. Als een wet noodzakelijk is betekent dit dat ze in een familie van mogelijke werelden geldt (en niet alleen in de werkelijke wereld). Dit betekent dat men een groep van operaties kan bepalen die een totale toestand (initiaal of niet) van de werkelijkheid door een andere vervangt (niet in de tijd, maar in een toestandsruimte) en dat deze wet onveranderlijk blijft onder de operaties van deze groep.
- c. De cruciale rol van wetten in een theorie hangt af van de deductierelaties in deze theorie. Als A volgt uit B als $M(B) \subset M(A)$: de modelverzameling van B is een deelverzameling van die van A . Laat T de reeks der grondstellingen van de theorie zijn. Laat (T) de verzameling der modellen zijn. B (zelf een grondstelling - of uitzonderlijk - een afgeleide stelling die op extra informatie berust) heeft de eigenschap dat $M(T \text{ en } B)$ veel kleiner is dan $M(T)$ (1), als de vermindering in de grootte van $M(T \text{ en } B)$ sterk verschilt van vermindering bij $M(T_1)$, $M(T_1 \text{ en } T_2)$, $M(T_1 \text{ en } T_2 \text{ en } T_3 \text{ enz.})$ (2) en als de modellen van $M(T)$ die niet modellen van $M(T \text{ en } B)$ zijn zeer sterk van elkaar verschillen (een extensionele manier om uit te drukken dat B zeer gevarieerde consequenties heeft). Men kan opnieuw een groep operaties met dit aspect van wet associëren. Syntactisch kan men consequenties door andere consequenties vervangen en zeggen dat B een wet is als de relatie 'afleidbaar uit B ' invariant blijft onder deze operaties. Semantisch kan men $M(T) - M(T \text{ en } B)$ onder ogen nemen en noteren dat als men een aantal bewerkingen op deze verschilverzameling toepast, men in de verschilverzameling blijft.

Als de drie typische eigenschappen van wetten nu juist geassocieerd blijken met invariantie onder een aantal transformaties, lijkt toch de stelling dat wetten en symmetrieën vreemd zouden zijn aan elkaar weinig overtuigend. Dat zal ook blijken als we Van Fraassens argumenten zelf beoordelen. We kunnen ze integendeel gebruiken voor het doel dat wij zojuist hebben aangegeven.

Symmetrie als zodanig

Om de relatie tussen wet en symmetrie klaar te zien moeten beide zo helder en eenvoudig mogelijk worden gepresenteerd.

Symmetrieën zijn transformaties (één-eenduidige functies die hun domein op hun co-domein afbeelden) die alle relevante aspecten behouden. Wat relevante aspecten zijn varieert van context tot context. De classificatie van die relevante aspecten is zelf een centraal probleem (zoals nog later blijkt).

Laat men een domein X met elementen x beschouwen. S_x is de verzameling van alle elementen die essentieel (in alle relevante aspecten) gelijk zijn aan x . De unie van alle S_x vormen een partitie van X (de unie is gelijk aan X en de S klassen zijn disjunct). S is een gelijkwaardigheidsrelatie: Sxx ; ze is symmetrisch: $SxY \rightarrow Syx$; S is transitief: $[Sxy \text{ en } Syz] \rightarrow$.

In termen van transformaties zegt men hetzelfde als volgt.

1. De groep der transformaties bevat $I : Ix = x$ (want Sxx).
2. Als f en g in G liggen, dan ook gf $gf(x) = g(f(x))$ (S is transitief).

3. Als f in G , dan ook f^{-1} zo dat $ff^{-1}=f^{-1}f=I$ (want S is symmetrisch).

Door de eigenschap 2 is G een semigroep, door 1 en 2 een monoïde en door 1, 2 en 3 een groep. Met iedere equivalente relatie komt een groep overeen.

Als S een equivalente relatie is, vormen de equivalente klassen partities.

Voor iedere partitie bestaat een groep waarvan de invariante verzamelingen de cellen van de partitie zijn.

Iedere groep bepaalt een equivalentierelatie.

Dit is een belangrijk inzicht:

1. onmiddellijk blijkt de relatie tussen groepen en wetten bevestigd: er bestaan geen wetten als de predikaten die in de wetten voorkomen niet door equivalentierelaties zijn bepaald;
2. bovendien blijkt de vraag naar de ontologische grond van wetten zich nu om te zetten in de vraag naar de ontologische grond van equivalentierelaties (het universalia of ? probleem) naar de ontologische grond van de relaties tussen equivalentierelaties, en naar de natuurlijke classificatie van de equivalentie relaties.

Uit het feit dat in de werkelijkheid equivalentierelaties en dus symmetrieën bestaan zal iets, maar niet genoeg, kunnen worden afgeleid. Wij hebben duidelijk sterker premissen nodig voor inzicht. In welke richting we ze moeten zoeken blijkt uit de juist voorgaande suggesties.

De 'relevante eigenschappen' behouden door de transformaties, zijn zeer dikwijls zelf eigenschappen van relationele netwerken. Dit geeft een sterker symmetriebegrip: symmetrietransformaties laten alle relevante relationele eigenschappen constant. We zijn er nog niet maar gaan in de goede richting.

Soms kunnen de transformaties reële transformaties zijn in de tijd. Twee voorbeelden van determinisiebepalingen realiseren die omschrijving.

1. Een systeem is deterministisch -1 als een functie f bestaat zó dat voor alle tijden t , positieve getallen b en paden $s' : s'(t+b)=f(s'(t),t,b)$.
2. Een systeem is deterministisch -2 als een functie f bestaat zó dat voor alle tijden t en positieve getallen b $s(t+b)=f(s(t),b)$ (2 impliceert periodiciteit: $s(t)=s(t') \Rightarrow s(t+b)=s(t'+b)$).

Als we een combinatie van de twee voorwaarden opleggen ?

Als u en v mogelijke geschiedenissen zijn en $U(t)=v(t')$ dan voor alle b , $u(t+b)=v(t'+b)$, dan kan een operatie U_b op de mogelijke toestanden van het systeem worden bepaald. $U_b v(t)=v(t+b)$ zó dat de familie $\{U_b; b \geq 0\}$ een monoïde is (een semigroep met identiteit). Hier is $U_0=I$ en $U_b U_c = U_{b+c}$. Als het verleden bovendien identisch moet zijn geweest, eens het heden identisch is dan vormen de evolutie-operatoren niet alleen een semigroep maar bovendien een groep.

Vermits de bepaling van het verschil tussen determinisme en indeterminisme een toestandsbeschrijving veronderstelt kan een reëel systeem onder een beschrijving deterministisch zijn, onder een andere niet. De relatie tussen determinisme en symmetrie bestaat hierin: een bilateraal deterministisch systeem is een gelijkwaardigheidsklasse onder de relatie 'bepaald zijn door'. Of de werkelijkheid in de tijd zo een gelijkwaardigheidsklasse moet zijn blijft open. Periodische systemen realiseren een veelheid van gelijkwaardigheidsklassen. Ze zijn bepaald door de symmetrieën (toestanden op b afstand van elkaar zijn gelijkwaardig). Als men het postulaat 'partitie in de ruimte' uitbreidt tot 'partitie in de tijd' volgt deze laatste beperkte vorm van tijdssymmetrie en (meteen) tijdsdeterminisme. Als de werkelijkheid symmetrieën bezit (m.a.w.: als in de ruimte en in de tijd, equivalentief klassen voorkomen die voldoende aantallen leden bezitten - !! - waarvan alle gelijkwaardig zijn omdat ze alle relevante kenmerken, die allen

eigenschappen van relaties zijn, behouden, dan is methodologisch het symmetrie-argument pragmatisch nuttig. Laat een regel R een klasse problemen oplossen (d.w.z. hun input, de data, afbeelden op hun output, de oplossing). Laat h een probleem afbeelden op een ander dat essentieel hetzelfde is:

$$\begin{array}{ccc}
 & R & \\
 A & \longrightarrow & R\{A\} \\
 h / & & / h \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 h\{A\} & \xrightarrow{R} & h\{R\{A\}\} \\
 & R & R\{h\{A\}\}
 \end{array}$$

De symmetrie-eis is dat het diagram commuteert ($hR=Rh$) en zo $h(R(A))=R(h(A))$.

Onze veronderstelling is

1. het symmetrieargument is geen logische waarheid;
2. het symmetrieargument maakt ontologische veronderstellingen;
3. deze ontologische veronderstellingen zijn waar en belangrijk.

Later zullen wij - in tegenstelling tot Van Fraassen (die de ontologische veronderstellingen loochent en zich niet over het statuut van het symmetrieargument uitspreekt) - tonen dat uit symmetrieën wetten volgen.

En wel op twee manieren: het begrip ‘wet’ wordt als zodanig verklaard door het symmetrie-begrip (de stelling ‘de werkelijkheid gehoorzaamt aan wetten’ impliceert ‘in de werkelijkheid zijn symmetrieën gerealiseerd’) én omgekeerd.

In abstracto kunnen we al beweren: een vorm van symmetrie eist determinisme. Nu determinisme eist wetten. Dus: symmetrie eist wetten. De deductie in omgekeerde richting stelt het eigenlijk probleem echter. Dat stellen wij uit tot later.

Het afleiden van relativiteit als symmetrie wordt voorbereid door details over symmetrie in de ruimte.

De drie basissymmetrieën hangen samen.

1. Een *verplaatsing* beweegt een voorwerp over een gegeven afstand, in een vaste richting. Iedere verplaatsing kan worden bepaald als het resultaat van een *weerkaatsing* langs rechten die evenwijdig zijn met elkaar en loodrecht staan op de verplaatsingsrichting.
2. Een *omwenteling* wentelt een voorwerp over een zekere hoek, rond een punt, een rechte of een vlak. Iedere rotatie kan op haar beurt worden voorgesteld als resultaat van een reeks *reflecties*.
3. Een *weerkaatsing* in een n -dimensionale ruimte kan worden voorgesteld door een *rotatie* in een $n+1$ -dimensionale ruimte.

In de drie stellingen hebben we ons beperkt tot een metrische ruimte, de euclidische, waarin symmetrieën afstanden en hoeken onveranderd laten en dus isometrieën zijn.

De algemene stelling is: iedere symmetrie in een euclidische ruimte (d.w.z. iedere isometrie) is het resultaat van een eindig aantal opeenvolgende weerkaatsingen. Het resultaat van een paar aantal reflecties is een eigenlijke beweging; het resultaat van een onpaar aantal reflecties is een oneigenlijke beweging.

Als s en t weerkaatsingen zijn is st hun product (dat erin bestaat eerst t en dan s uit te voeren, $\supset$ op het resultaat van t). Een weerkaatsing is haar eigen inverse: $s^{-1}=I$; $S=S^{-1}$, $(st)^{-1}=s^{-1}=ts$. De weerkaatsingen vormen een groep. De weerkaatsing is dus het fundamenteel begrip van de groep

der isometrieën. Toch is ze kwalitatief verschillend van de twee andere: een rechter en een linkerhand zijn perfecte kopieën van elkaar, maar men kan ze niet zó verplaatsen of wentelen dat ze precies op dezelfde manier zouden zijn gericht. Tegelijk is de weerkaatsing verbonden met ruimten van een hogere dimensie, vermits ze telkens haar geprivilegieerde situatie verliest door overgang naar een hogere dimensie (waarin ze die dan voor willekeurige aantallen dimensies terugwint). Deze opmerkingen over de specificiteit van de weerkaatsing laten vragen open. Wat de rest betreft, drukt de stelling echter de relatie tussen de isometrieën precies uit.

Om van symmetrie tot wet over te gaan maakt men gebruik van de relativiteit.

Galilei-relativiteit wordt uitgedrukt voor een vierdimensionale ruimte met drie ruimtecoördinaten: xyz en een tijdscoördinaat t . Twee observatoren die in rust zijn of eenparig bewegen hebben gelijkwaardige coördinatenstelsels (d.w.z. ze kunnen niet in hun eigen coördinatenstelsel ontdekken wie beweegt of niet) die tot elkaar staan als $x'=x-vt$; $y'=y$; $z'=z$. Afstanden, relatieve snelheid en versnelling zijn invariant (plaats en snelheid zijn het niet).

Wetten moeten volkomen universeel en algemeen zijn. Nu, 'alle meesjes zijn rood' is niet op die manier universeel omdat kleuren niet invariant zijn onder alle coördinaten of taaltransformaties. Ook de project?liteitsproblematiek van Goodman stamt van niet invariantie onder coördinaten transformaties. De universaliteit van een wet is invariantie onder coördinaten transformaties. Maar dit is precies symmetrie onder relativiteitstransformaties.

Een vergelijking is co-variant als ze ofwel waar is voor alle referentiekaders, ofwel voor geen: een hoeveelheid Q met n componenten $Q_f=(a_1...a_n)$ in betrekking tot om het even welk coördinatensysteem F , is co-variant met betrekking tot G als $Q_{F'}=SQ_F$, waar F' ontstaat uit F door een S , een willekeurig lid van G .¹¹

Om co-variant te zijn moeten de grootheden in de vergelijking niet invariant zijn.

De nauwe verwantschap tussen volledige universaliteit vereist door wetten en het gelden van de Galilei-relativiteit (die werkt in de twee richtingen: volledig universele wetten moeten geldig zijn voor alle voorwerpen in een heelal-invariant onder de permutatiegroep der individuen, en co-variant onder Galilei-transformaties)... Van Fraassen ziet het belang van de permutatiegroep en realiseert zich niet dat hij zich niet tot de Galilei-invariantie kan beperken. Toch doet hij een belangrijke stap: hij vraagt zelfs "could the class of true covariant statements be a candidate ... for the traditional notion of law?"¹² Het antwoord is negatief, echter niet exact.

Weyl citerend die in *Symmetry* erop wijst dat de natuurwetten de natuur niet volledig vastleggen (contingentie blijft bestaan) noteert Van Fraassen dat de zo bepaalde natuurwetten nog veel contingent laten (de beroemde 'onafhankelijkheid' van wetten en initiale voorwaarden). Hij zou een analyse van 'wet' slechts bevredigend vinden als de wetten niet allen universeel zouden zijn, maar ook noodzakelijk. Nu, zegt de criticus - door de natuur contingent te laten - blijven ook de wetten contingent en kunnen ze dus eigenlijk geen aanspraak maken op de naam van wet. Dit is een non-sequitua.

1. Er kunnen noodzakelijke wetten gelden in een partieel contingente wereld. Men moet dan wel een exacte invulling voor de 'noodzakelijkheid' vinden. Wij suggereerden dat dit kon gebeuren.
2. De opinie die eist dat er geen relatie zou bestaan tussen de initiale voorwaarden en de wetten komt in tegenstrijd met de vele pogingen in de kosmologie die ofwel (Hawking) de initiale voorwaarden van de wetten, of (Misner) de wetten van de chaos der initiale voorwaarden afleiden.

Van Fraassen overweegt 2 volstrekt niet. In de nu (1991) levende kosmologie is het nochtans een

¹¹ Weyl 1965, sect.24.

¹² Van Fraassen 1989, p.288.

werkelijke mogelijkheid. Hij concentreert op 1 en beweert dat de enige voorstellen die zouden voorliggen om de noodzakelijkheid van wetten te exemplifiëren onbevredigend zijn. Wij zullen zien dat dit niet het geval is en - wat voor ons doel nog belangrijker uitvalt - dat in ieder van die pogingen een verwijzing naar symmetrieën voorkomt (die Van Fraassen er zou kunnen ontdekken hebben, indien hij niet zo vastbesloten was geweest wetten door symmetrieën te vervangen, in plaats van wetten door symmetrieën te verklaren.

1. K3: David Lewis' opvatting van wet: wetten in theorieën.

Wetten zijn oordelen die voorkomen in ware theorieën die in vergelijking met hun concurrenten de beste balans vertonen tussen sterkte en eenvoud. Concurrenten zijn willekeurige theorieën uitgedrukt in standaard functionele logica.

Een wereld x is fysisch mogelijk ten opzichte van een wereld y als alle wetten van x gelden in y . Een oordeel is fysisch noodzakelijk in x als het waar is in alle werelden mogelijk in x .

Dus: wetten zijn fysisch noodzakelijk omdat ze zichzelf impliceren.

Voor Van Fraassen kan een bepaling van wet slechts voldoen als wetten verklarende waarde hebben (1), als de ontdekking ervan tot de doelen van het wetenschappelijk werk behoort (2). Hij geeft redenen aan om eraan te doen twijfelen dat de eerste en de tweede voorwaarde is vervuld. Met de discussie daarvan kunnen we ons niet inlaten. Intuïtief geloven wij dat het ontdekken van wetten een deel-doel van het wetenschappelijk werk is, en dat, hoe ingewikkeld verklaring ook is, toch in het zoeken naar verklaringen, alhoewel wetten niet de laatste verklaringen geven, ze als deel of moment van het verklarend proces moeten voorkomen. Verklaren is - onder andere - steeds tonen hoe onder de mogelijkheden, de werkelijkheid wordt geselecteerd. Daarom - nog intuïtief - zien wij de wetten 'waar' in families van mogelijke werelden 2 die niet concentrisch zijn, maar elkaar overlappen.

?

Wetten van de klassieke mechanica afgeleid uit het symmetriebeginsel (C. Huighens)

Elastisch of inelastische botsing: *veronderstellingen*

Inelastisch: lichamen na botsing blijven bijeen.

1. 2 lichamen bewegen langs rechte lijn.
2. Massa en snelheid alleen bepalen de beweging.
3. Als de lichamen gelijk en tegengesteld momentum (mxv) hebben, komen ze bij botsing tot rust.

2 lichamen A en B van massa m_A, m_B en $V_A \rhd V_B$ in kader F , naderen elkaar.

Kies F' zodat A zero snelheid krijgt, en B , $V = V_B - V_{Ay}$ (een negatieve grootte).

We *verwachten*

1. dat in F' de lichamen links zullen bewegen na botsing en
2. dat $w(m_A + m_B) = Vm_B$.

De vooronderstellingen moeten ook uit de Galilei-relativiteit volgen.

Newtons wetten¹³

1. $F=0 \Rightarrow a=0$
2. $F=ma$
3. $F_{ba} = -F_{ab}$

(F_{ab} =interne krachten tussen a en b , F_a^c externe krachten met zero componenten op zo een lijn.

¹³ pp.282-287.

Deze intuïtieve overtuigingen spelen hier geen beslissende rol. We vermelden ze slechts omdat het duidelijk moet zijn dat Van Fraassens negatief advies niet onbetwist blijft. Wel belangrijk echter zijn de vijf eigenschappen van Lewis' wetten: eenvoudig, informatief sterk, gebalanceerd, waar, uitdrukbaar in talen die ons vertrouwd zijn. Sommige onder deze eigenschappen verwijzen naar karakteristieken die om precies begrepen te worden symmetrieën nodig hebben.

1. De eenvoud van een wet is functie van haar eigen symmetrie (a) en van de symmetriewinst die zijn theorieën bezorgt waarin zij wordt ingelast (b).

De symmetriegraad van een oordeel of van een reeks oordelen hangt af van de bewerkingen die de delen van de oordelen in elkaar omzetten.

Neem de hamiltoniaanse vergelijkingen:

1. $dq_i/dt = \delta H / \delta p_i$
2. $dp_i/dt = -\delta H / \delta q_i$.

- a) $H = f(p, q)$ waar p en q plaats en momenta coördinaten zijn.
- b) De *totale* afgeleiden van q_i ten opzichte van de tijd hangen af van de *partiële* afgeleiden van H ten opzichte van de p_i coördinaten.
- c) De totale afgeleiden van p_i ten opzichte van de tijd hangen af van de partiële afgeleiden van H tegenover q_i (maar met negatief teken).

2 ontstaat uit 1 door dq_i/dp_i , $\delta(p_i)/\delta(q_i)$ en door +/-.

De rechterzijden ontstaan uit de linkerzijden door totale afgeleiden te vervangen door partiële (in 1 en 2) en door die partiële afgeleiden in de noemer te brengen (en in de teller een functie van beide soorten variabelen: H).

Een verdere analyse van die reeks bewerkingen toont dat de symmetriegraad van de Hamilton-wet hoog is.

2. De sterkte van een wet wordt gemeten door de informatiekwantiteit van de gevolgen ervan (bijvoorbeeld door de symmetriegraad van de consequenties).
3. De balans tussen 1 en 2 is duidelijk verwant met de balans tussen complexiteit (2) en integratiegraad (1), tussen redundantie (1) en informatie (2). Zulke balans is zelf een symmetrie die op verschillende manieren kan worden gerealiseerd.
4. De restricties betreffende waarheid en uitdrukbaarheid in vertrouwde talen zijn te algemeen om hier te kunnen worden besproken.
5. Het intuïtief criterium dat wetten gevarieerde consequenties hebben in relatief onafhankelijke domeinen leidt ook tot interventie van symmetriecriteria: de verschillende mini-werelden, die de toepassingsdomeinen van de wetten uitmaken, zijn zelf relatief gesloten gehelen die door hun interne symmetrieën en door de symmetrieën van hun verzameling zijn gekarakteriseerd.

De rekenschap die Lewis van wetten geeft toont inderdaad hun rol in het wetenschappelijk bedrijf. Dat dit bedrijf een essentieel gecontesteerd en dynamisch bedrijf is volgt uit het gedeeltelijk contradictorisch karakter van de dynamiek.

2. K4: De noodzakelijkheid van wetten

Sedert de modale logica in de twintigste eeuw heropbloede heeft men noodzakelijkheid geïnterpreteerd als waarheid in een familie van mogelijke werelden. Sedert Kripke heeft men ook betrekkingen tussen die mogelijke werelden in overweging genomen en de eigenschappen van de modaliteiten zien afhangen van de eigenschappen van die relaties. Als een mw (een mogelijke wereld) relatief mogelijk (toegankelijk) is vanuit een mw_2 dan kan formeel de toegankelijkheidsrelatie, reflexief of niet, symmetrisch of niet,

transitief of niet, zijn. Welke opinie men hierover heeft hangt af van de interpretatie die men aanbiedt voor ‘mogelijke werelden’ en ‘toegankelijk’. Hierover bestaat weinig consensus. David Lewis ziet mogelijke werelden als volledig concreet en reëel, zonder een tijdruimtelijk verband met de actuele wereld. Hij gelooft in hun ‘bestaan’ omdat - volgens hem - de manier waarop onze taal en wetenschap spreekt niet begrijpelijk wordt zonder hen. Het radicale tegendeel van Lewis is de opinie volgens dewelke mogelijke werelden slechts intellectuele of verbale modellen zijn van de ene realiteit. Tussen beide extremen kan men mogelijke werelden interpreteren als relatief autonome delen van de ene werkelijke wereld.

In functie van de drie afwijkende interpretaties van ‘mogelijke werelden’ ontwikkelen zich drie afwijkende interpretaties van ‘toegankelijk’.

A. *Modaal realisme*

Een mw_1 is toegankelijk vanuit een mw_2 volgens Lewis ofwel (L1) als alle wetten van mw_1 ook gelden in mw_2 en omgekeerd, ofwel (L2) als alle wetten van mw_1 gelden in mw_2 (niet omgekeerd), ofwel (L3) als geen proces in mw_2 in tegenstrijd is met een wet van mw_1 (zonder dat daarom in mw_2 dezelfde wetten hoeven te gelden: de overeenkomst kan contingent zijn).

B. *Modaal anti-realisme*

Een mw_1 is toegankelijk vanuit een mw_2 als het model mw_1 vanuit het model mw_2 kan worden geconstrueerd (I1), of als mw_1 een extensie of/en transformatie van mw_2 volgens dezelfde operaties die van de gemeenschappelijke observatiebasis tot mw_2 bracht (I2).

C. *Intermediaire positie*

Een mw_1 is toegankelijk vanuit een mw_2 als geen wet in mw_2 verbiedt dat een interactie tussen mw_1 en mw_2 bestaat (M1). Een mw_1 is toegankelijk vanuit een mw_2 als mw_1 een toestand is die uit de ontwikkeling van mw_2 kan ontstaan (in de tijd) (M2) of/en omgekeerd.

Als een natuurwet *noodzakelijk* moet zijn (juist zoals ze universeel is) dan moet ze waar zijn in een familie van toegankelijke mogelijke werelden. Sommige van de geciteerde bepalingen van toegankelijkheid kunnen geen dienst meer doen omdat ze het begrip natuurwet al veronderstellen. Er blijven over de *I* en de *M* bepalingen (een natuurwet is een oordeel geldig in een familie van toegankelijke modellen (*I*-versie) of een natuurwet is een oordeel geldig in alle toestanden die in de toekomst-kegel van de werkelijkheid liggen; of een natuurwet is een oordeel geldig in alle deel-universa die bij benadering gesloten en toch in beginsel tot interactie in staat zijn). De modale realist zal een axiomatische bepaling (die steeds partieel zal zijn) voor de toegankelijkheidsrelatie moeten uitdenken.

Deze visie op de ‘noodzakelijkheid’ van wetten stelt ons voor een fundamenteel probleem: waarom zou de werkelijkheid zo zijn dat ze ofwel een veelheid van mogelijke werelden, ofwel een veelheid van toelaatbare of noodzakelijke modellen, ofwel een veelheid van relatief gesloten subsystemen bevat? Wijsgeren die zich met het wetsbegrip bezig houden antwoorden niet op die vraag. Om kosmologische redenen (Everetts interpretatie van KM) geldt de pluraliteitshypothese; om kennistheoretische redenen geldt de veelheid van modellen; en om systeemtheoretische geldt de intermediaire interpretatie. Het is er ons echter hier niet om te doen de formele eigenschappen van fysische modaliteiten te bestuderen, of de compatibiliteit der drie interpretaties. Ons doel is: tonen - tegen Van Fraassen en ten voordele van onze aanpak - dat *als* wetten waar zijn in onze werkelijkheid, invarianten en symmetrieën gelden.

In de veronderstelling dat de toegankelijkheidsrelatie reflexief, symmetrisch en transitief is vormt ze een gelijkwaardigheidsklasse. Met iedere gelijkwaardigheidsklasse komt een groep overeen. Zelfs als de toegankelijkheid niet transitief of symmetrisch is kan men toch nog het bestaan van ‘noodzakelijke natuurwetten’ als een symmetrie formuleren: natuurwetten blijven invariant onder de overgang van een mw_2 naar een mw_2 die vanuit mw_1 toegankelijk is. Het relatienetwerk tussen de mw_i is niet isomorf aan een groep maar de operatie ‘overgang van mw_1 naar mw_2 ’ waar $T(mw_2, mw_1)$ is gesloten onder combinatie ($o_1 o_2$ is o_3 , zelfs als $T(mw_2, mw_1)$ en $T(mw_3, mw_2)$ niet insluit $T(mw_3, mw_1)$).

De natuurwetten zijn oordelen die invariant zijn onder de overgang van deelsystemen tot deelsystemen en van toestanden tot toestanden. De natuurwetten zijn oordelen invariant onder de overgang van modellen naar gelijkwaardige (maar verschillende modellen). Alle problemen zijn hierdoor niet opgelost maar de relatie tussen noodzakelijkheid en symmetrie blijkt even direct als de relatie tussen universaliteit en symmetrie.

We beëindigen dit pleidooi voor de relatie tussen wetmatigheid en symmetrie door te tonen dat de platonisch-realistische theorie voor natuurwetten, die ze ziet als relaties tussen algemene begrippen, als symmetrietheorie formuleerbaar is. Dretske, Tooley en Armstrong hebben een typen-theoretische visie op de werkelijkheid: particuliere concreta behoren tot type zero eigenschappen van en relaties tussen concreta behoren tot type één eigenschappen en relaties behoren tot type $k+1$ als ze toepasbaar zijn op entiteiten die hoogstens tot type k behoren. Een relatie R is een noodzakelijk-makende relatie dan en dan alleen als ze 1. contingent is, 2. onherleidbaar tot andere relaties, 3. zuiver van type >2 , 4. en als R tussen type 1 entiteiten geldt, dan geldt een andere relatie tussen de particuliere voorbeelden van die type 1 entiteiten.

In vergelijking met de modale theorie hebben we hier een theorie voor relatieve modaliteit (een eigenschap F is noodzakelijk, gegeven een eigenschap G , en voor concreta geldt dat $Fa \rightarrow Ga$, noodzakelijk is) gegeven $R(FG)$ (die zelf een relatieve noodzakelijkheid uitdrukt).

$N(F, G) \rightarrow (Ax)(Fx \rightarrow Gx)$.

Van Fraassen ziet in Tooley's en Armstrong's voorstel een oneindige regressus of een non sequitur: ofwel moet $N(N(F, G) \rightarrow (Ax)(Fx \rightarrow Gx))$ worden bijgevoegd, ofwel kan uit een zuivere derde orde $N(FG)$ geen relatie tussen concreta volgen.

Ons gaat niet zozeer de adequaatheid, als wel de relatie met symmetrie aan. De tweede orderrelatie (een extensionele wet) is invariant onder permutatie van alle individuen (vermits het een universeel oordeel is). De overgang van relatieve noodzakelijkheid in type $k+1$ tot inclusie in type $k-1$ is invariant onder transformaties van k (een andere versie van de zgn ‘regressus’). Eindelijk kan de relatieve noodzakelijkheid alleen worden ontleed analoog aan absolute noodzakelijkheid die (zoals we zagen) invariantie en symmetrie vooronderstelt.

Besluitend: wetten die sterke universaliteit, absolute en relatieve noodzakelijkheid, trans-type relaties en een centrale rol in theorieën vooronderstellen blijken in al deze functies symmetrieën in te sluiten. We hebben hier, naast de oorspronkelijke bronnen, cruciaal Van Fraassen gebruikt omdat wij juist zijn nadruk op symmetrie en zijn verwerping van wet als een nuttig instrument zagen om wetmatigheid te verdedigen en symmetrie op een meer fundamenteel begrip te funderen.

In de vorige paragraaf werd de relatie tussen systemen en symmetrieën behandeld. Nu we meer over de relatie tussen wetten en symmetrieën weten, blijkt ook een verband tussen wetten en systemen te bestaan. In de eerste plaats behoren wetten tot systemen van wetten; tot theorieën. Ze zijn wetten door de centrale plaats die ze innemen in theorieën die een voldoende graad van

systematiciteit bezitten (i.e. samenhang) of coherentie en volledigheid of geslotenheid, naast extensie (informatieve sterkte) en integratie (eenvoud). In de tweede plaats gelden wetten in een veelheid van mogelijke werelden: niet iedere verzameling van objecten is een wereld. Een wereld is een systeem. Natuurwetten zijn niet waar in alle mogelijke werelden (zoals logische wetten). Ze bepalen families van mogelijke werelden waarin ze waar zijn. Ze veronderstellen dus systemen van systemen. Bovendien zijn ze universeel; ze zijn dus co-variant onder transformaties van kaders. Dit brengt mee dat ze aan relativiteitseisen voldoen die opnieuw systemen bepalen.

We moeten dus om verschillende redenen wetten en systemen als solidair beschouwen. Dit is waar vanuit de eigenschappen van wetten, maar ook vanuit de eigenschappen van systemen. Zonder wetten zijn geen systemen mogelijk als systemen worden bepaald door de invariantie onder transformaties (van inputs en van toestandwijzigingen).

We gaan nu tot het derde sleutelbegrip over: oorzakelijkheid. Wat wetmatigheid betreft hebben we Bas Van Fraassen en indirect Tooley en Armstrong gebruikt. Voor de oorzakelijkheid vertrekken we van Brian Skyrms. De reden daarvoor is de volgende: Skyrms behandelt oorzakelijkheid vertrekkend vanuit wetmatigheid. Daarin verschilt hij niet van vele anderen (Lewis en Tooley doen dat ook). Maar - in overeenstemming met het concept van wet dat we zojuist voorstelden - stelt hij (XI) "the key to understanding nomic necessity ... is invariance. In particular I develop a certain concept of probability invariance, called resilience. Possible worlds should be ? in terms of invariance." (XI). Dit motief past bijzonder goed bij de besluiten waartoe we kwamen na de studie van wetmatigheid in haar verband met symmetrie.

Laat een reeks oordelen gegeven zijn: $p_1, p_2 \dots p_n$. We besluiten de waarschijnlijkheid van een oordeel q : $Pr(q)$ door $Pr(q)$ te vergelijken met $Pr(q, p_1)$ $Pr(q, p_2)$ enz. De graad van onveranderlijkheid van $Pr(q) = 1 - \text{Max}_i / Pr(q) - Pr(q \text{ gegeven } p_i) / \text{over alle } p_i \text{ uit de reeks}$.

Hoe meer $Pr(q)$ invariant is, des te groter zal deze maat van benaderende invariantie zijn. Men kan ook de logische functies van de maatstaf-oordelen uit de reeks beschouwen. Voor zover ze compatibel zijn met ? zowel als met niet q zal de *weerstandskraft* (resilience) van $Pr(q)$ ten opzichte van de p 's en van hun logische functies worden bepaald als:

$\text{Res } 'Pr(q)=a' = 1 - \text{Max}_i / a - Pr_j(q) / \text{over } p_1 \dots p_n$

$(Pr_j(q) = Pr(q, \text{lf}(p_1 \dots p_r)))$

Door het begrip weerstandskraft kan een statistische wet worden gekarakteriseerd: 'Necessity = unconditionality = invariance = independence'.¹⁴ Een statistische wet is een waarschijnlijkheid voor een conditionele zin met universele quantor, die een hoge weerstandskraft heeft. Universele wetten zijn limietgevallen van statistische wetten. Hun weerstandskraft kan ook worden bepaald.¹⁵ Een universele wet kan worden geïnterpreteerd als $(Ax)Fx \supset Gx$ betekent iedere a heeft een tendens 1 om G te zijn als het F is volgens een wet met sterke weerstandskraft.

C is oorzaak van B als $Pr(B \text{ gegeven } C) > Pr(B \text{ gegeven niet } C)$ hoge weerstandskraft heeft. Deze statistische bepaling van causaliteit lijkt Skyrms echter niet in overeenstemming met de fysische (of zelfs ontologische) causaliteit.¹⁶ Voorbeelden ervan zijn de wereldlijn van een partikel, het pad van een scherp golffront, het pad van een lichtstraal. Wat deze voorbeelden gemeen hebben zijn symmetrie en invariantie *breuken*. Vele fysische systemen zijn niet conservatief. Men ziet ze als open. Open voor oorzaak en gevolg (111). Iedere input of output van een hoeveelheid die door de theorie als geconserveerd wordt gesteld is een oorzakelijke interactie die het systeem openbreekt. "A causal chain through a system can be viewed as a chain

¹⁴ p.13.

¹⁵ p.36.

¹⁶ p.111.

of subsystems with broken conservation laws, such that conservation can be recaptured by considering a system broad enough to include the whole chain."¹⁷

Als zowel open als gesloten systemen bestaan (1), als systemen tot ontstaan komen en vernietigd worden (2), als systemen kwalitatief worden gewijzigd (3), dan zullen, vooropgesteld dat invarianties en symmetrieën bestaan blijven, causale interacties die fundamenteel asymmetrisch zijn zich voordoen. De elektromagnetische en thermodynamische asymmetrie moet worden afgeleid van de causale asymmetrie maar Skyrms doet dat niet. Hij brengt zelfs zijn invariantentheorie van wetmatigheden niet in contact met de intuïtieve, of met de fysische causaliteit. Toch zouden de drie met elkaar in relatie moeten komen.

1. Een statistische causaliteit is slechts objectief in zoverre ze weerstandskrachtig is (het maskeren van statistische correlaties door extra factoren wordt uitgeschakeld door de weerstandskracht van de correlaties te testen). Resiliënte correlaties zijn invariant onder permutaties van externe factoren.
2. Men kan het fysisch model voor causaliteit in het statistisch model ervoor uitdrukken.

PM

Subsysteem SS_1 is I -invariant
 SS_1 + input x is niet- I -invariant
 $(SS_1 + x)$ + output O is opnieuw
 I -invariant
 O is input in SS_2 is niet- I -invariant
 (enz.). Deze keten opent en sluit systemen, breekt en herstelt evenwichten

SM

$Pr(q)=a$ is resiliënt
 $Pr(q,r)=a$ is niet resiliënt
 $Pr(f(q,r))=a$ is resiliënt
 (enz.)
 Deze keten voert factoren in die als meta-factoren de resiliënte opheffen en dan toch door de resiliënte worden geëlimineerd, andere resiliënten opheffend.

De tweede kolom zou de epistemische tegenhanger van de eerste moeten zijn.

Skyrms' causaliteitstheorie belooft veel doordat ze een relatie met een theorie van wetmatigheden, zelf gebaseerd op de enige natuurlijke basis daarvoor (de invarianten en symmetrietheorie) in het vooruitzicht stelt. Maar de belofte wordt niet ingelost. Onze twee kolommen gaan al veel verder maar blijven zelf nog ver van het begrijpen van de relatie tussen systeem, wet en oorzaak.

Skyrms' causaliteitsinterpretatie legt wel een duidelijk verband met invariantie, maar laat veel interne problemen open. D.W. Armstrong in zijn *What is a law of nature?*¹⁸ toont hoe dicht de problemen van Skyrms aansluiten bij die van onze tekst.

- Volstrekte weerstandskracht van een correlatie in tegenwoordigheid van *alle* factoren kan men niet hopen, noch verlangen (ze zou een volstrekt geïsoleerde relatie uitdrukken).
- Relatieve weerstandskracht is het enige waarop men beroep mag doen. Wat zijn de grenzen waarbuiten men niet op resiliëntie mag rekenen? Welke factoren moeten worden gevarieerd en onder welke variaties moeten de relaties invariant blijven?

Deze vraag valt nagenoeg samen met degene die wij in dit werkstuk stellen: waarom vertoont de natuur zekere invarianties en andere niet?

Naast deze centrale moeilijkheid blijven de volgende twee problemen open:

1. Wat is de juiste relatie tussen oorzakelijkheid en wet (respectievelijk tussen een theorie

¹⁷ p.111.

¹⁸ Armstrong, pp.64-66.

voor oorzakelijkheid die op mogelijke werelden beroep doet en een andere - type Skyrms - die slechts naar de actuele wereld verwijst?

2. Wat is de juiste relatie tussen oorzakelijkheid en systeem?

Om enkele stappen in de richting van een oplossing voor deze problemen te doen willen we vertrekken van de kernintuïtie van de oorzakelijkheid: productie, voortbrenging, 'causal efficacy'. Op pp.179-180 zegt Michael Tooley (zoals zoveel jaren vroeger Mario Bunge) "the idea that causes are prior to their effects is the idea that they are efficacious that they in some sense produce or bring about their effects".¹⁹ Om het even welke theorie van causaliteit moet rekenschap geven van het moeilijk begrip 'causale efficiëntie'. G.E.M. Anscombe²⁰ (in *Causation and conditional* ?) onderstreept dezelfde idee "Causality consists in the der... .. of an effect from its causes. This is the core, the common feature of causality in its various kinds. Effects derive from, arise out of, come of their causes". Hier moeten we begrijpen wat 'voortkomen uit, afgeleid zijn uit, komen van' betekent. Evenmin als Bunge in *Causality* geeft Armstrong een ontleding van deze 'productie' relatie. Michael Tooley hoopt deze sterke vorm van asymmetrie door de coöperatie van zijn causaliteitstheorie met een causale theorie van de tijd op te helderen. Weer mislukt dat ten dele. Wij hebben sedert ons doctoraat en, in druk sedert 1973 *Matière et Forme* dit begrip altijd centraal gesteld in de ontleding van de causaliteit. Laten we dit hier nogmaals beproeven en deze keer direct betrokken op de groepentheorie van waaruit de invariantentheorie van de werkelijkheid begrijpelijk wordt.

Een causale relatie, in tegenstelling tot een wet, is noodzakelijk antisymmetrisch. De 'voorouder relatie' van een antisymmetrische relatie is ook antisymmetrisch. Deze noodzakelijke asymmetrie moet uit de bepaling van de causale relatie volgen. De causale relatie is echter niet transitief, terwijl haar 'voorouder' het wel is.

Echter de converse van een antisymmetrische en transitieve relatie is ook transitief en antisymmetrisch. Iedere bevredigende bepaling van causaliteit moet ook nog aangeven waarom de richting bepaald door de causale relatie de richting van het causaal proces bepaalt en niet die van haar converse.

Bovendien is een causale relatie een particuliere relatie tussen particuliere entiteiten (systemen of/ en gebeurtenissen), die steeds is geïncarneerd in een particulier proces.

Wetten spreken zich uit over klassen, soorten en hun relaties; oorzaken over hun particuliere entiteiten.

Het volstaat zich rekenschap te geven van deze aspecten om in te zien dat terwijl de universaliteit en de noodzakelijkheid van wetten, juist zoals de stabiliteit van systemen, steeds een directe verwijzing naar invarianties en symmetrieën bevatten (verwijzing die in wat voorafging duidelijk werd gemaakt), juist de causale relatie in haar nadruk op concreetheid, individualiteit, singulariteit, asymmetrie en gerichtheid, de tegenpool blijkt van systemen en wetten.

De vragen of men uit asymmetrieën symmetrieën kan afleiden (of omgekeerd), of men uit soorten individuen kan afleiden (of omgekeerd), of men uit wetten initiale voorwaarden kan afleiden (of omgekeerd) zijn allen verwant met de vragen of men uit oorzakelijkheid systeem en wetmatigheid kan afleiden (of omgekeerd).

De verleiding is groot, als men met deze verwante maar niet identische asymmetrieën wordt geconfronteerd, ze te herleiden tot een basisantisymmetrie: de tijd. Die kan ons echter niet helpen vermits ze juist zelf essentieel, als centrale antisymmetrie in een symmetrische wereld, verklaring nodig heeft.

We gaan twee modellen voor de causale symmetrie bekijken.

¹⁹ Tooley, pp.179-180.

²⁰ Anscombe, p.67.

1. Het productiemodel

Een O -systeem S_0 heeft een organisatie $N_1(1)$.

Een deel van S_0 wordt overgebracht in een ander systeem S_g (gevolg systeem) (aan de limiet kan S_G gelijk zijn aan het uitgestoten deel van S_0) (2).

Het proces beschreven in 2 volgt uit de organisatie (3).

Dit alles kan slechts gebeuren in de tijd: de spanning in S_0 veroorzaakt door N en het uittreden van DS_0 uit S_0 en intreden (of worden) als DS_G volgen elkaar op. Echter, de tijd wordt niet voorondersteld in de asymmetrie van het proces.

a. De organisatie N_2 van S_G heeft geen implicaties voor N_1 (terwijl het omgekeerde wel het geval is).

b. DS_0 wordt DS_G ; geen deel DS_G wordt DS_0 .

Deze twee relaties zijn tijdloos. De tijdloze asymmetrie van de relaties bepaalt ook een richting (door 1: het causaal proces gaat in de richting waarin organisaties implicaties hebben voor andere).

De asymmetrie die een kwalitatieve transformatie insluit zowel van S_0 (dat een deel verliest en waarvan de organisatie N verandert) als van S_G (dat een deel wint en waarvan de organisatie verandert) sluit ook een conservatie in: het deel dat van S_0 naar S_G overgaat.

Deze illustratie van de productierelatie kan zeer gemakkelijk als een asymmetrische vorm van de elementaire partikelinteractie worden gezien (waar een kracht steeds met het intreden van een deel overeenkomt) maar is toch duidelijk een model van de essentiële productierelatie.

Een causale keten kan niet worden voorgesteld als het doorgeven van een aan zichzelf identisch blijvende DS_0 omdat bij iedere transmissie andere delen van S_G kunnen worden doorgegeven.

De expressie van causaliteit door de deel-geheel relatie kan ook door de kwaliteit-substantie relatie (maar minder natuurlijk). In dit model is er een kwalitatief verschil tussen N en DS_0 (of DS_G). Het eerste aspect is structureel, het tweede materieel. Zonder letterlijk te vereenzelvigen mag men dit als een energie-materie interactie beschouwen.

De beschrijving van de productierelatie toont dat de fundamentele gerichte asymmetrie die de veroorzaking is, toch nog lokale symmetrie kan insluiten. De asymmetrierelatie $As(O,G)$ bestaat in één unieke realisatie van de in wezen symmetrische $T(O,G)$: transmissie van een deel van O naar G (de transmissie van O naar G zou symmetrisch zijn en de transmissie van een deel van O naar G zou - in een ander geval - $T(G,O)$ kunnen worden indien N zich in G herhalen zou) met dezelfde constellatie van deelsystemen als nu in O aanwezig was.

Het productiemodel is nu voldoende uiteengezet. We gaan het vergelijken met Tooley's probabiliteitstransmissiemodel (waarvan hij ook beweert dat het de unieke productierelatie kan bevatten).

2. Michael Tooley's intuïtie in *Causation, a realist aproach* wordt toegelicht.²¹ "Causation is that theoretical relation that determines the direction of the logical transmission of probabilities."

Men beschikt over een niet vervalst geldstuk en een evenmin vervalste dobbelsteen. Bij

²¹ Tooley, pp.251-252.

toevalsworp valt het geldstuk één keer op twee op kop en de dobbelsteen één keer op zes op zes. Laat in een particuliere ruimte een correlatie gelden: de dobbelsteen valt slechts op zes als het geldstuk op kop valt (en omgekeerd). In welke richting werkt causaliteit?

Indien men niets meer weet kan men niet antwoorden. Indien men echter de extra informatie krijgt dat de dobbelsteen drie keer op zes, op zes valt, besluit men dat het geldstuk in die ruimte de drijvende kracht is. Indien men integendeel verneemt dat het geldstuk slechts één keer op zes op kop valt neemt men aan dat de dobbelsteen de oorzaak is. Veralgemeenen twee processen of (indien men Harré en Bhaskars taal overneemt) interageren mechanismen. Als het product van één van de mechanismen een eigenschap heeft, die bij het andere zonder interactie niet voorkomt en als nu integendeel die eigenschap ‘overgedragen’ is geworden, dan zal het mechanisme waarvan de normale eigenschap overgedragen werd, als oorzaak fungeren.

Het model dat verwijst naar de ‘overdracht’ van een deel van een systeem onder de invloed van de structuur van dat systeem, naar een ander systeem, of het model dat verwijst naar de overdracht van een structuur van een product van een proces naar het product van een ander proces onder de invloed van het mechanisme dat het eerste genereert is in wezen analoog. Causaliteit is verbonden met conservatie en transformatie, met gesloten systemen die zich openen en dan weer sluiten, met groepen en semigroepen. Laat een systeem invariant zijn onder de actie van een groep G_1 ; laat een ander invariant zijn onder de actie van een groep G_2 ; laat die systemen onderworpen zijn aan de acties van een semigroep G_3 (zonder universele inversen). Laat dan een systeem ten gevolge van een actie van G_3 , van invariant onder G_1 overgaan naar invariant onder G_2 . Dan hebben we formeel uitgedrukt wat in de twee voorbeelden werd geïllustreerd.

Uit de twee modellen volgt dat causale relaties bestaan tussen individuele gebeurtenissen die individuele systemen betreffen. Causale wetten verbinden de ideeën van wetmatigheid en oorzakelijkheid. Zoals de twee begrippen werden verklaard zou het in beginsel mogelijk zijn dat een heelal een verzameling van causale ketens is (zonder wetmatigheden) of een verzameling van door wetmatigheden verbonden natuurlijke soorten zonder oorzakelijkheid. Deze twee extreme gevallen komen vreemd over. Immers, causale relaties (in de modellen van waaruit we vertrekken) veronderstellen scherp van elkaar gescheiden systemen. Oorzakelijkheid en partieel gesloten, partieel open systemen schijnen elkaar te voor-onderstellen. Nu: gaan systemen zonder wetten? Volgt uit nadere ontleding niet eerder dat oorzakelijkheid wetmatigheid vooronderstelt (1), maar niet noodzakelijk zelf wetmatig verloopt (toevalsoorzakelijkheid: interferentie van autonome processen)?. Aan de andere kant zou wetmatigheid zonder oorzakelijkheid een zeer los geïntegreerd heelal veronderstellen: systemen, processen, mechanismen zouden nooit met elkaar interfereren. E.B. Davies *Quantum theory of open systems*²² toont hoe de interactie van open systemen (ons model voor de causale transfer) kan worden bestudeerd. Weer opnieuw hoeven echter niet alle wetmatigheden oorzakelijke wetmatigheden te zijn.

Hoewel de drie centrale begrippen die werden gebruikt elkaar dus wederzijds impliceren, en, zij het op een verschillende manier, alle drie met groepen in verband staan, bestaan essentiële verschillen tussen de drie.

- a. Causaliteit is particulier, antisymmetrisch en gericht.
- b. Wetmatigheid is universeel, asymmetrisch en niet gericht.
- c. Systematiciteit is een klasse-eigenschap van particuliere systemen, soms wel en

²² Davies 1976.

soms niet gericht (afhankelijk van determinisme en doelmatigheid).

Als (bijvoorbeeld) alle systemen intern causale interacties tussen subsystemen veronderstellen en zelf ontstaan door interacties van systemen dan moeten alle symmetrische relaties uit antisymmetrische relaties worden opgebouwd. Als (daarentegen) alle interacties van systemen uit de systeemeigenschappen van bestaande systemen worden verklaard dan moeten alle antisymmetrische relaties uit symmetrische worden opgebouwd. Dit probleem kunnen we nu niet oplossen, we kunnen het alleen stellen. Wel blijkt het belang van deze problematiek.

- a. In één (nu populair, maar onbewezen) kosmologisch scenario is de begintoestand van de totaliteit volledig kwantitatief en kwalitatief symmetrisch. De eindtoestand (bereikt na een eindige of oneindige tijd) is weer perfect symmetrisch. De tijd is een grote antisymmetrie die echter, omdat hij een spiegelbeeld van zichzelf bevat (door identiteit van begin en einde) ook volledig symmetrisch is. De realiteit als geheel zou dan een ontvouwing (a-symmetrisering, differentiëring) en involutie (re-concentratie) langs een eindig of oneindig aantal richtingen van de perfecte symmetrie zijn. De verzameling der 'realiteiten' is zelf weer symmetrisch. Heeft dit model verklarende waarde? Volgt het uit zijn, oorzaak, wet of systeem? Dit surrealistisch model van de werkelijkheid is gebouwd op de spiegelsymmetrie (waarvan we vroeger al zagen dat ze voldoende is om de euclidische symmetrieën op te bouwen). De formule ervan is: er bestaat een symmetrische relatie tussen iedere asymmetrische relatie en haar conversie. Zuiver abstract bestaat ook een antisymmetrische relatie tussen een symmetrische relatie en tenminste één daarbij passende antisymmetrische relatie. Dit zou toelaten een heelal te ontwerpen met een volstrekt antisymmetrische initiale toestand en één of meer antisymmetrische ontwikkelingswetten die tot symmetrische toestanden zouden leiden. Symmetrie zou hier uit antisymmetrie ontstaan, niet door spiegeling, maar door spiegeling in een metaruimte. ($R \nrightarrow R$ - of zelfs $R \rightarrow \sim R$ - gaat over in $R \rightarrow R$). Veel eenvoudiger kan een geordende reeks van symmetrische relaties die niet identisch zijn een antisymmetrische relatie opleveren.
- b. De wetten waaraan de werkelijkheid is onderworpen drukken symmetrieën uit. De initiale voorwaarden bepalen één of meer antisymmetrieën. Een afleiding van wetten uit initiale voorwaarden is een afleiding van symmetrieën uit antisymmetrieën. Een afleiding van initiale voorwaarden uit wetten is een afleiding van antisymmetrieën uit symmetrieën. Het onafhankelijk laten van beide is een symmetrische onafhankelijkheidsrelatie tussen symmetrieën en antisymmetrieën ($Sym_1(As_2sym_3)$). De vraag is of men uit deze zeer abstracte formulering restricties kan afleiden voor de soorten wetten en initiale toestanden die wederzijds onafhankelijk zijn, wederzijds afhankelijk of afhankelijk in één van de twee mogelijke richtingen. Groepentheoretisch komt dit neer op een interactie tussen groepen enerzijds en geordende systemen anderzijds. De acties van de groepen transformerend het domein (dat de werkelijkheid afbeeldt) langs een totaal geordend (limietgeval) of partieel geordend, netwerk (dat een tralie kan zijn). Groepen of tralies kunnen een representatie daarvan geven. Het probleem dat we ontmoeten is: hoe kunnen vanuit groepen, partiële ordeningen worden bepaald en vanuit partiële ordeningen groepen? Enkele evidente relaties bestaan.
 1. Als een groep cyclisch is zodat al haar elementen eindige machten zijn van een element, dan volgt de orde bepaald door de exponentoperatie (object of de orde liggen dicht of ver van elkaar naarmate de groepselementen die ze op

elkaar afbeelden groter zijn, een oriëntatie is dit nog niet).

2. De orde van een eindige groep is een integraal veelvoud van de orde van iedere subgroep. Deze ordes van subgroepen kunnen ten opzichte van elkaar worden geordend. Deze resultaten geven absoluut geen antwoord op de vraag.

Er bestaan argumenten tegen de mogelijkheid zelf de asymmetrieën uit de symmetrieën af te leiden (of omgekeerd): hoe zou men uit de elementen van relaties $a, b, \dots$ de relaties $R, S, \dots$ kunnen afleiden die tussen hen bestaan, of uit de relaties $R, S, \dots$ de elementen die ze ten opzichte van elkaar ordenen? Indien dit mogelijk zou zijn, zouden alle relaties intern zijn, terwijl geen bevredigende theorie van interne relaties bestaat. Dezelfde opmerking geldt voor groepen en de ruimten waarop ze werken: hoe zouden de ene de andere kunnen bepalen? Preciezer: hoe zouden differentiaalvergelijkingen de constanten kunnen bepalen die nodig zijn om ze te integreren? Idem voor integraalvergelijkingen of integraal-differentiaalvergelijkingen.

- c. De meest fundamentele groepen die de moderne natuurkunde bezit zijn: de Galilei-groep, de Lorentz-Poincaré groep, de unitaire groep en de ijkgroepen. Onze fundamentele vraag is of vanuit het systeem, wet of oorzakelijkheidsbegrip de universele of beperkte geldigheid van één of meer daarvan kan worden afgeleid?

Deze vraag kan worden gesteld onafhankelijk van het vorige probleem. Het is mogelijk dat de werkelijkheid noodzakelijk geheel of partieel invariant zou zijn onder een groep zonder dat die groep daarom de asymmetrieën van de werkelijkheid bepaalt. De vraag zal wel zeker drie maal op verschillende manieren moeten worden behandeld. Men zal systematisch moeten nagaan met welke invariantie-eigenschappen van systeem, wet en oorzaak welke Galilei-, Poincaré- en Weyl-groepen (ijkgroepen) samenhangen (*als* die samenhang dan al bestaat. Eens dit onderzocht is kan men verder zoeken of het wederzijds elkaar determineren van symmetrie en asymmetrie...

De hier gestelde algemene vraag is niet hopeloos.

Neem ' $F=ma$ ' (Newton). Als deze wet waar is, dan is de werkelijkheid invariant voor een overgang van snelheid $v(t)$ tot $v(t)tV$ (en dus voor een overgang tot een coördinatenstelsel dat met $^{-1}$ ten opzichte van het eerste beweegt. Dit is één van de eigenschappen van de Galilei-groep. Als de werkelijkheid invariant is onder deze bewerking, dan kan de initiale toestand van het heelal er geen van absolute rust of eenparige beweging zijn (vermits door coördinatenwijziging de beschrijving van de initiale toestand zou worden gewijzigd).

Nancy Cartwright in *Causal laws and effectieve strategies* volgt een weg, vroeger buiten verwijzing naar statistische relaties, gewezen door Ludwig von Wright.

Wij hebben oorzaken nodig om efficiënte actiestrategieën te kunnen ontwerpen.

Een strategie S is efficiënt voor het bereiken van een doel G , dan en dan alleen als $Prob(G/S) > Prob(G)$ (in eerste benadering). Deze benadering kan echter niet voldoen. De reden werd aangegeven door Yale in 1904. Iedere associatie $Prob(G/S) = Prob(G)$, of $Prob(G/S) \supset Prob(G)$ of $Prob(G/S) < Prob(G)$ kan worden omgekeerd in een subpopulatie door een variabele te vinden die is gecorreleerd met de G en S . 'Roken verhoogt de kans op hartziekte' kan waar zijn, maar in het tegendeel omslaan als 'rijkdom roken aanmoedigt en hartziekte kans vermindert' of 'Roken atletisme aanmoedigt en atletisme kans op hartziekten doet dalen'. Bovendien kan 'stress' gemeenschappelijk roken en hartziekten veroorzaken én zelfs indien roken niets met hartziekten te doen heeft. In al die verschillende causale situaties is blijkbaar de efficiënte

strategie een andere. Blijkbaar moet in tweede benadering een strategie S slechts efficiënt worden genoemd als S een oorzaak is van G (aan de limiet de hoofdoorzaak van G die - indien mogelijk - realiseerbaar is met niet te grote inspanning. N. Cartwright geeft de volgende omschrijving²³ van 'veroorzaking': ' C veroorzaakt E ' als C de waarschijnlijkheid van E verhoogt in iedere situatie die causaal homogeen is ten opzichte van E (bijvoorbeeld waarin alle factoren die causaal relevant zijn ten opzichte van E homogeen zijn verdeeld over de populatie). Deze bepaling van oorzakelijkheid is geen eigenlijke bepaling, omdat in het definiëns de oorzakelijkheidsrelatie zelf voorkomt.

Ze kan nog anders worden geformuleerd:

' C veroorzaakt E ' = (Bep).

$Prob(E/C.K_j) > Prob(E/K_j)$ voor alle toestandsbeschrijvingen over $\{C_i\}$ waar

1. alle C_i causaal relevant zijn voor E (+ of -);
2. C geen C_i is;
3. alle voor E causaal relevante factoren ofwel C ofwel een C_i zijn;
4. C niet causaal relevant is voor een C_i .

Dit is weer *geen* bepaling. Maar de formulering staat toe te stellen dat een oorzaak een impact-hebbende factor is, waarvan de impact *invariant* blijft onder alle permutaties van causaal relevante factoren.

Alleen onder deze voorwaarde kan actie op de oorzaak efficiënt zijn voor het bereiken van het doel.

De verwantschap van Cartwrights oorzakelijkheid met onze oorzakelijkheidsmodellen blijkt doordat de transformatie (direct of indirect) die van C naar E leidt noodzakelijk een geslotenheid en invariantie moet vertonen ten opzichte van wat er buiten ligt. Eens men de verklaring vraagt voor de relatieve invariantie van de causale relatie zal men noodzakelijk een transmissie of transport met transformatie moeten voorzien (zoals wij in de twee modellen voorstelden).

De axioma's voor waarschijnlijkheidstransport van Tooley zijn duidelijk met deze ideeën verwant.

(onaf...)

V. Schets voor een metafysica -> II.3.?

1. *Bepaling van metafysica*

Een metafysica is een beschrijvende en verklarende theorie van *de* werkelijkheid. Door het bepaald lidwoord 'de' te gebruiken neemt men een belangrijke veronderstelling als waar aan. Men aanvaardt het bestaan van *één* werkelijkheid. 'De' werkelijkheid, *de* wereld, *het* heelal, *de* kosmos is een geheel, dat bestaat, en dat alles wat bestaat tot deel heeft.

2. *Totaliteit en zijn*

Men maakt in de omschrijving van *de* werkelijkheid gebruik van het predikaat 'bestaan', en van de mereologische 'deel-geheel' relatie.

Bovendien blijkt men een onderscheid te maken tussen dat, wat bestaat, en het bestaan ervan. Vermits een niet bestaand predikaat geen object kan karakteriseren neemt men dus tegelijk aan dat er kwaliteiten bestaan, naast de objecten, waarvan het kwaliteiten zijn. De werkelijkheid bevat dus al noodzakelijkerwijs twee heterogene soorten realiteiten, objecten ('zijnden') en kwaliteiten (waarvan het zijn er één is). Vermits het 'zijn' van een

²³ Cartwright, p.25.

object niet de enige kwaliteit ervan kan uitmaken (wat is, moet 'iets' zijn, en bovendien is alles wat is aan alles wat is door en in het zijn gelijk en kan dit zijn geen objecten van elkaar differentiëren. Indien er slechts één zijnde zou bestaan dan zou het gelijk zijn aan de totaliteit. Indien er slechts één kwaliteit zou bestaan dan zou men de totaliteit en haar enig deel in die veronderstelling niet van elkaar kunnen onderscheiden. Nu is de rol van 'totaliteit' en 'deel' verschillend. Dus moet er meer dan één kwaliteit bestaan die deze rollen kan differentiëren.

3. 2. eist enkele verduidelijkingen: het geheel dat alles wat bestaat tot deel heeft, heeft ook niets anders tot deel (moest die veronderstelling niet contradictorisch zijn dat iets zonder te bestaan deel kan zijn?).

De werkelijkheid kan niet de verzameling van alle verzamelingen zijn. Anders bevat ze geen individuen. Maar ze kan ook niet de verzameling van alle individuen zijn. Dan is de wereld zelf geen individu. Het is een individu dat alle individuen bevat. Maar de wereld kan niet alleen alle individuen bevatten: ze moet ook de kwaliteiten en de relaties van alle individuen bevatten. Kwaliteiten en relaties bestaan. Klassen (of verzamelingen) bestaan als zodanig niet. Immers: indien ze zouden bestaan dan zou de wereld de verzameling van alle verzamelingen moeten bevatten. De verzameling van alle verzamelingen is echter een contradictorisch begrip. De verzameling van alle kwaliteiten is ook een contradictorisch begrip, naast die van alle relaties. Maar er bestaat geen kwaliteit die de conjunctie zou zijn van alle kwaliteiten en van alle relaties. Als men dus verzamelingen niet in de realiteit opneemt, wordt men door de totalisering van alle kwaliteiten en van alle relaties niet gehinderd. Indien verzamelingen zouden bestaan zou de wereld de totaliteit van alle individuen zijn (en zelf een totaliteit, maar ook de verzameling van alle verzamelingen (voor zover de Russell-paradox dit begrip niet onmogelijk maakt). De wereld zou tegelijk een individueel object en een verzameling zijn. Dit lijkt een contradictorisch begrip.

4. *Totaliteit, consistentie en categorie*

We laten voorlopig in het midden (maar moeten er later op terugkomen) of

4a. de wereld contradictorisch is of niet. Paraconsistente en dialectische metafysica's bevestigen van wel. De prijs die men betaalt, is een sterke verzwakking van de logische afleidingsmogelijkheden. Voorlopig ontkennen we niet dat paraconsistent redeneren voorkomt en nuttig is. De werkelijkheid als zodanig postuleren we als consistent;

4b. de wereld een categorie is (in de wiskundige betekenis van het woord).

5. *Delen en gehelen*

De deel-geheel relatie is fundamenteel omdat delen en gehelen hetzelfde realiteitsstatuut hebben (in tegenstelling tot elementen en klassen) en bovendien het algemeen patroon leveren voor de relatie die bestaat tussen de particuliere objecten en het geheel en voor de relatie die bestaat tussen de particuliere subjecten en het geheel.

6. Voorlopig nemen we als eigenschappen van de deel-geheel relatie de eigenschappen die voorkomen in het zwakste systeem van Lesniewski, Goodman of Eberle. We moeten hier op die eigenschappen niet direct ingaan.

7. Bestaan is niet bepaald op een bevredigende manier. Negatief weet men wel dat bestaan niet gelijk is aan waargenomen worden of mogelijkwerwijze waargenomen worden. Indien dit het geval zou zijn, zou de totaliteit niet kunnen bestaan (ze kan niet waargenomen worden) en zou het bestaan van iets (het geheel) zich herleiden tot zijn relatie tot één van zijn delen.

Evenmin is bestaan gelijk aan 'noodzakelijk moeten' aangenomen worden om het actueel waargenomene of potentieel waarneembare te verklaren. Weer zou in dit geval de

totaliteit worden gekwalificeerd door haar relatie met één van haar delen.

Ofwel moeten we ‘bestaan’ als een *onbepaalbaar begrip* beschouwen, dat we slechts door zijn eigenschappen kunnen kwalificeren.

- a. Als iets bestaat, bestaan de delen ervan.
- b. Als iets bestaat, bestaat wat in interactie (oorzaak of gevolg) ermee staat.
- c. Als iets bestaat, bestaan de kwaliteiten ervan.
- d. Als iets bestaat, bestaan de relaties tussen de delen, tussen de kwaliteiten en de relaties tussen de relaties ervan.

Dit zou tot de noodzakelijke oneindigheid van de totaliteit leiden als we erbij zouden voegen dat alles wat bestaat, delen, kwaliteiten en relaties heeft. Zover gaan we niet: slechts voor een aantal soorten zijnden stellen we dat.

De methode die we volgen zou kunnen vertrekken van de premisse: ‘Het is mogelijk dat iets bestaat’.

Eens die premisse is ontleed, kan men zoeken naar de mogelijkhedenvoorwaarden ervan. D.w.z. ‘Wat bestaat noodzakelijk als het mogelijk is dat iets bestaat?’

Na alle consequenties te hebben doorlopen die men op die manier kan bereiken, kon men vertrekken van ‘Het is waar dat iets bestaat’. Dan kan men weer de mogelijkhedenvoorwaarden daarvan onderzoeken.

De wereld als totaliteit zou men kunnen karakteriseren als volgt: de werkelijke wereld is de wereld die onder alle mogelijke globaal de meest symmetrische is (ruimtelijk) van de mogelijke werelden die in de tijd de meest asymmetrische zijn (tijd), vooropgesteld dat alle vorige toestanden alle latere produceren (causaliteit). De a priori eis volgt uit de abstracter eis van maximale stabiliteit, verbonden met maximale productiviteit (symmetrie is verbonden met stabiliteit, asymmetrie met productiviteit) en maximale causaliteit of coherente (interne productie en verbondenheid). Deze drie maximalistische beginselen volgen uit de door niets tegen te werken kracht van het bestaan dat tegelijk solide en creatief moet zijn door de inhoud van ‘bestaan’ zelf, en coherent (door zijn eenheid).

Lokaal vermits de interacties tussen de delen van het systeem causaal zijn, terwijl het totale systeem stabiel is (en dus symmetrisch) moet het zijn opgebouwd uit reeksen van deelsystemen die asymmetrisch en instabiel zijn. Een wereld bestaande uit subsystemen van gelijke invariantiegraad, een invariantiegraad die wordt gebroken en hersteld, is een causale wereld.

Als men een tabel opstelt

	Zijn	Worden
Holisme	1	2
Pluralisme	3	4

dan zal de werkelijke totaliteit tegelijkertijd een eenheid en een veelheid zijn, een zijn en een worden op een manier die de vier aspecten maximaliseert en compatibel maakt. Hieruit volgt dat de werkelijke totaliteit door zeer sterke eisen is geconditioneerd zodat de wetten waaraan ze gehoorzaamt uniek of bijna uniek zijn bepaald door de a priori noodzakelijkheden die deze wetten bepalen.

Als de totaliteit tegelijk een systeem van systemen, een proces van processen en een oorzakelijk netwerk van oorzaken is, dan is een oneindig aantal cyclussen van niet identische en onomkeerbare processen (vermoedelijk steeds totaal uitgewist) daarvan de

adequate uitdrukking.

"Tous les matins du monde sont sans retour" en (tegelijk!) "Es gibt ... Morgenröte die noch me geleichttet haben".²⁴ Hier wordt de metafysische werkelijkheid weer waarde-intuïtie.

Ofwel moeten we 'bestaan' als een *object van een ervaring* beschouwen, die we slechts door haar eigenschappen kunnen kwalificeren.

Ofwel moeten we 'bestaan' door één van de nu voorhanden bepalingen kwalificeren. We zien slechts de volgende:

- a. bestaan = autonoom substantie-zijn;
- b. bestaan = oorzaak en gevolg-zijn;
- c. bestaan = concreet-zijn;
- d. bestaan = één-zijn;
- e. bestaan = in wetmatige relaties staan tot andere bestaanden.

Die eigenschappen kunnen wel met elkaar worden verbonden (de 'werkelijkheid' wordt dan de substantie die alle substanties bevat, of het oorzaak-gevolg complex dat alle oorzaak-gevolg complexen bevat, of het concretum dat alle concreta bevat, of de eenheid die alle eenheden bevat).

Ofwel moeten we de bepaling van bestaan als een open empirisch probleem beschouwen dat onopgelost maar oplosbaar is. Daar moet dan wel minstens een methodologie worden voorgelegd.

8. *De noodzakelijkheid van de totaliteit*

Metafysica zou geen object hebben als de totaliteit van alles wat bestaat, niet bestaat.

Wie dat verdedigt, kan echter niet ontkennen dat iets bestaat. Als een vraag kan worden gesteld, bestaat iets. De stelling 'niets bestaat' is niet logisch tegenstrijdig, maar wel pragmatisch tegenstrijdig. Er volgen geen logische contradicties uit, maar de stelling kan noch worden bevestigd, noch ontkend, zonder haar negatie te impliceren.

bijvoorbeeld

- (Niets bestaat) → Er bestaat iets dat dit bevestigt en de act van de bevestiging bestaat.
- Ontk (Niets bestaat) → zelfde gevolg.
- Dus (*Bev 'NB' v Ontk 'NB'*) → iets bestaat.

Dit bewijst echter niet dat iets bestaat, omdat '*Bev (NB) v Ontk (NB)*' zelf geen logische waarheid is. De stelling kan overwogen worden (zonder dat ze wordt bevestigd of ontkend), of niet gedacht, of als zinloos verworpen (en noch bevestigd, noch ontkend).

Als men echter aanvaardt dat 'Iets bestaat' en ontkent dat 'De totaliteit van het bestaande bestaat' dan moet men noodzakelijk, onderschrijven dat er totaliteiten T_1 en T_2 bestaan, zó dat $(T_1 + T_2)$ geen totaliteit is, noch kan zijn. Immers men moet zeker toegeven dat iets bestaat (a) en ook dat meerdere dingen bestaan (d). (Dit volgt uit de analyse van bevestiging en ontkening).

Als meerdere objecten bestaan, dan bestaan totaliteiten opgebouwd uit die objecten. Zo er slechts één is, hebben we het object van de metafysica. Zo er meer dan één is, (tenminste twee) kunnen we slechts het bestaan van het object van de metafysica ontwijken door te stellen dat die T_1 en T_2 zo zijn dat hun som niet bestaat. Die mogelijkheid is logisch niet contradictorisch. Prima facie wijzen de waarschijnlijkheden echter in een andere richting. Als twee totaliteiten met elkaar interageren, bestaat de totaliteit die hun som is. Om de negatieve stelling te bepalen zou men moeten bewijzen dat de werkelijkheid (die we hier per impossible dan toch vermelden) niet interagerende

²⁴ ?

delen bevat. Het kan. Niets wijst erop.

We hebben wel de eerezucht een zo strak mogelijke metafysica op te bouwen, maar met de hoop een strikt deductieve metafysica te bereiken. Het is niet absurd te vertrekken van de stelling 'De werkelijkheid (= de totaliteit van alles wat bestaat) bestaat niet'. Die stelling is echter - indirect - een bewering over de totaliteit van alles wat bestaat.

9. *Uniciteit van de totaliteit*

Als *een* wereld bestaat, is dat *de*, ene, wereld. Indien twee werelden zouden bestaan zouden zij ieder alles wat bestaat moeten bevatten en dus ook noodzakelijkerwijs het reële dat hen van elkaar onderscheidt. Vermits ieder van de twee alles zou bevatten wat de andere bevat zouden ze identisch zijn.

Deze bewering identificeert niet twee mogelijke organisaties van het geheel, alleen maar omdat zij hetzelfde organiseren, maar omdat de *reële* relaties waardoor ze van elkaar verschillen ook in elkaar zouden moeten voorkomen. Men kan dit argument vergelijken met Spinoza's argument voor de *ene* substantie. Spinoza's substantie is dat wat door zichzelf kan worden begrepen. Indien twee substanties zouden bestaan - stelt hij - dan zouden hun onderlinge relaties ook vanuit henzelf alleen moeten kunnen worden begrepen. Dit argument is verwant met, maar niet identisch aan, het argument dat wij hier gebruiken.

10. *Voldoende grond*

De totaliteit van alles wat bestaat heeft kwalitatieve en relationele eigenschappen die haar onderscheiden van alle andere zijnden. Zoniet zou er geen grond kunnen worden aangegeven waarom dit concrete geheel, de unieke rol speelt dat het speelt. Dit is een gebruiken van het beginsel van voldoende grond. We beschouwen dit beginsel als het grondpostulaat van de metafysica: alles wat is, is in beginsel verklaarbaar. Alles wat is heeft een grond die verklaart waarom het zo is als het is. Dit loochenen zou 1) de metafysica als zodanig onmogelijk maken en 2) de eenheid van de werkelijkheid loochenen (dat wat geen grond heeft - het volledig toevallige en dus onbegrijpelijke - is ipso facto ook geïsoleerd). Zeker is de hypothese 'De werkelijkheid heeft geen grond' of de zwakkere hypothese 'Sommige werkelijkheden hebben geen grond' of de nog zwakkere hypothese 'De gronden van sommige werkelijkheden zijn voor mensen onkenbaar' niet logisch contradictorisch. De laatste - zwakste - hypothese lijkt zelfs te volgen uit het bestaan van de werkelijkheid zelf. Mensen hebben kwalitatief specifieke en beperkte denkmogelijkheden. Als er een werkelijkheid bestaat, onafhankelijk van hun kennis, dan is het zeker mogelijk, dat sommige werkelijkheden voor mensen onkenbaar (en dus onbegrijpelijk) zouden zijn. Nochtans is het oordeel 'Iets onkenbaars bestaat' pragmatisch contradictorisch, omdat, door dit oordeel als waar te bevestigen, wij tegelijk bevestigen dat wij iets kennen van wat we als onkenbaar poneren. We vermijden de pragmatische contradictie door 'Iets onkenbaars bestaat' te vervangen door het oordeel 'Iets partieel onkenbaars bestaat' (in casu: iets bestaat waarvan wij, mensen, de grond niet kunnen kennen). Als iets onkenbaars bestaat, is het geheel (de werkelijkheid als totaliteit) waarschijnlijk ook onkenbaar (en zeker haar verklaringsgrond). Dit zou zelfs logisch volgen als zowel heelal als mensheid eindig zijn en als kennis een vorm van structuurgelijke afbeelding zou zijn. Het is immers logisch onmogelijk dat er een structuurgelijke afbeelding zou bestaan tussen een eindige totaliteit en één van haar eindige echte delen. Dit is echter niet de enige en zelfs niet de meest voor de hand liggende bepaling van kennis). Wij willen hier echter geen discussie openen over de mogelijkheid van de metafysica. Wij zouden ze -hoe onwaarschijnlijk ze ook is - willen illustreren door *werkelijke* metafysica's te tonen in actie.

We zijn slechts kort ingegaan op de kenbaarheid omdat wij een duidelijk onderscheid

willen maken tussen het beginsel van voldoende grond en het beginsel van de kenbaarheid van iedere voldoende grond. Het laatste kan niet waar zijn, als wij delen zijn van een werkelijke totaliteit. De waarheid of valsheid van het eerste hangt af van de relatie tussen zijn en zo-zijn, tussen zijn en wezen. Ofwel is de relatie tussen zijn en zo-zijn volledig extern; ofwel is ze dat niet. Alleen als die relatie volledig extern is kan het volledig toevallig zijn dat iets bestaat zoals het bestaat. Als die relatie niet volledig extern is, dan moet echter ofwel het zijn volgen uit het wezen, ofwel het wezen uit het zijn, en dat voor het object dat we beschouwen zelf, of voor de totaliteit van alle objecten.

Voor de totaliteit kan de grond slechts worden gevonden in de totaliteit. Klassiek denkt men dan dat uit het wezen, het zijn volgt. Voor God (in de theologie) of voor de totale werkelijkheid (in de metafysica) zou dan gelden dat de wereld is zoals hij is omdat hij de enig mogelijke is en *moet* bestaan, gezien zijn inhoud en vorm. Dit is echter slechts één van de twee mogelijkheden! De andere mogelijkheid is dat het wezen volgt uit het zijn! Alleen een wereld die de grondeigenschappen zou hebben van de totaliteit die wij kennen zou kunnen zijn (die zou volgen - paradox - uit het wezen van het zijn). Als *iets* is, moet het zo zijn. Uit de mogelijkheid van zijn zou de noodzakelijkheid van dit zo-zijn volgen. Wij spreken ons hier nog niet uit over de voor- en nadelen van de twee uiteenlopende toepassingen van het beginsel van voldoende grond op de totaliteit. We willen wel de aandacht trekken op *beide*!

Terugkomend op het beginsel van voldoende grond, herhalen we dat als iets geen voldoende grond heeft, de relatie tussen zijn zijn en zijn zo-zijn niet intern kan zijn, maar extern moet blijven. Indien niets een voldoende grond zou hebben, dan zouden alle relaties tussen zijn en zo-zijn extern blijven. Dan kan niets worden begrepen. Dit is het beginsel van volstrekt irrationalisme (de contingentie van alles). Intuïtief lijkt het ons zeker dat tenminste iets voldoende grond heeft (bijvoorbeeld zekere eigen beslissingen, zekere in de ervaring gegeven gebeurtenissen). Heeft de totaliteit een voldoende grond? Als iets een voldoende grond heeft, moet ook de totaliteit een voldoende grond hebben. Daaruit volgt echter niet dat alles een voldoende grond heeft, omdat uit de specificiteit van het wezen van de totaliteit niet volgt dat alle delen van de totaliteit afleidbaar zijn uit de natuur van het geheel. De drie stellingen a) iets heeft geen voldoende grond, b) iets heeft voldoende grond, c) de totaliteit heeft een voldoende grond, zijn verenigbaar en niet tegenstrijdig. Toch blijven we het beginsel van voldoende grond als leidraad gebruiken omdat wij niet a priori kunnen weten wat in se of voor ons niet verklaarbaar is, en wij slechts dan kans hebben om de verklaring van het verklaarbare te vinden als wij de verklaring van *alles* (letterlijk) zoeken!

11. *Inductieve en deductieve metafysica*

De specifieke eigenschappen van de totaliteit van alles wat bestaat kunnen worden benaderd door deductieve en inductieve afleiding uit de studie der delen.

Vooreerst volgen sommige eigenschappen van de totale werkelijkheid uit het feit dat zijn de totale (= alle zijn omvattende) werkelijkheid (= systeem van alles wat bestaat) is. Deze eigenschappen kunnen deductief uit het begrip 'totale werkelijkheid' worden afgeleid.

Ten tweede nemen wij, intermediair werkelijkheden (verwijderd van de oerelementen en van de totaliteit) een middenpositie in waarin wij a) met verschillende lagen van de totaliteit in interactie komen (van melkwegenclusters tot quarks), b) op een manier die wij zowel technisch als conceptueel kunnen veranderen en verfijnen. De totaliteit moet zó zijn dat ze de vele heterogene delen ervan, die wij kennen toelaat, mogelijk maakt en verklaart. Daarom kunnen wij ook inductief tot de eigenschappen van de totaliteit

opstijgen.

De metafysica is de studie van één uniek object: het heelal van al wat is. Meestal associeert men eerder de wetwetenschappen (natuurkunde, scheikunde, enz.) met de studie van vele analoge systemen, en de ideografische wetenschappen (geologie, evolutionaire biologie, geschiedenis) met de studie van unieke systemen. De metafysica is tegelijk een nomothetische en een ideografische wetenschap: de fysico-chemische wetten zijn eigenschappen van de kosmos (zoals de samenstelling van de aarde, eigenschappen van die planeet is) maar tegelijk kan dit unieke heelalsysteem worden gekend omdat we het op meerdere manieren als analoog aan deelsystemen kunnen zien (een gas van melkwegen, of een veld van velden, of een kernreactie, enz.).

Traditioneel wordt onderscheid gemaakt tussen ontologie (theorie van het zijn en de essentiële soorten ervan), de metafysica (theorie van het wezen en de wezenlijke soorten ervan), en de wijsgerige kosmologie (theorie van het heelal als geordend geheel). De principiële scheiding van die drie theorieën kan niet worden volgehouden: het zijn kan niet worden onderzocht zonder het wezen (ontologie eist metafysica) en het wezen kan niet worden onderzocht tenzij in relatie tot de ene werkelijkheid.

12. *Grondkenmerken van zijn*

We hebben een aantal eigenschappen van 'bestaan' als potentiële kandidaten voor de bepaling ervan vermeld. Uit die eigenschappen volgen grondkenmerken.

12a. Als zijn oorzaak-zijn en gevolg-zijn is, dan is zijn tegelijk noodzakelijke verandering

en worden. Door oorzaak te worden verandert dat wat oorzaak is. Daarom is ieder

zijn noodzakelijk ook in wording.

12b. Als alle zijn autonoom substantie-zijn is, dan is in alle zijn (zoals Roman Ingarden terecht uiteenzet)²⁵

1. een eigen natuur die het *uniek* maakt;
2. een vorm van *onafhankelijkheid* die het in zeker opzicht bevrijdt van externe voorwaarden;
3. een *isolatiegraad* waardoor het in een bepaald aspect geen deel is van iets anders;
4. een *individualiteit* die het (in zeker opzicht) ondeelbaar maakt;
5. een *oorspronkelijkheid* waardoor het zichzelf gedeeltelijk verklaart.

De totaliteit van alle zijn is volledig uniek, onafhankelijk, individueel, oorspronkelijk

en geïsoleerd. Die totaliteit heeft delen die tot op zekere hoogte en in zekere graad

alle vijf eigenschappen bezitten.

Nota. 12a. en 12b. zijn partieel tegengesteld. Als zijn causaliteit is, is het geen autonomie en omgekeerd. Hoe die twee samen te kunnen denken (essentieel: hoe zijn tegelijk substantie en proces, identiteit en worden, veelheid en eenheid is) stelt

één van de basisproblemen van de metafysica.

12c. Eenheid en concreetheid zijn herleidbaar tot de vorige eigenschappen.

²⁵ Ingarden

- 12d. Om in wetmatige relaties te komen staan (relaties in de tijd die dus worden veronderstellen, zowel als zuiver structurele relaties die gelijktijdig bestaande entiteiten met elkaar verbinden) moeten de individuele zijnden tot natuurlijke soorten behoren.
13. Uit 12 volgt dat de werkelijkheid
- delen
 - lagen
 - aspecten
 - perioden
- heeft.
- We noemen ieder deel van de totaliteit een systeem als het een eigen autonomie en causaliteit heeft. Alleen een klasse delen van de totaliteit die deze twee eigenschappen vertoont zal zelf een deel van de totaliteit zijn. De bepalingen van 'deel' wordt in het begin veronderstelt.
- Als d_1 deel van U (de totaliteit) is, en als er geen d_x bestaat zó dat d_1 deel is van d_x , $d_1 \neq d_x$ en d_x deel van U , dan behoort d_1 tot laag 1 van U (de laag 0 van U is U zelf). Laag -1 is de totaliteit van alle delen die in een 1-keten tot T staan. De klasse van die delen overdekt zelf weer de totaliteit in haar geheel en moet als laag, een eigen causaliteit hebben. Alle lagen zijn delen. Als d_1 een deel van de totaliteit is en een causale invloed heeft op d_x (waar d_x tot een hogere, lagere of zelfde laag behoort), dan staat d_1 in de relatie R tot d_x . De relatie R is een aspect van d_1 en van d_x . Als de d_1 op een andere totaliteit d_y een andere invloed heeft gebaseerd op een relatie S , dan is S een ander aspect van d_1 en d_y . Ieder deel heeft meerdere aspecten en ieder deel staat in een gegeven aspect tot meerdere andere delen. Slechts als dit het geval is kan het deel concreet zijn. Een periode van T is een reeks toestanden van T die a) geen hiaten vertonen en b) de delen van T toont in dezelfde lagen met dezelfde aspecten. Zoals T perioden kan hebben, zo kunnen ook delen, lagen en aspecten perioden hebben.
14. *Objectieve tegen subjectieve synthese*
- Het is belangrijk te noteren dat we tot nu toe noch tijd, noch ruimte, noch eindigheid, noch oneindigheid in tijd of ruimte, noch deelbaarheid, noch ondeelbaarheid hebben verondersteld. Kant heeft in zijn *Kritiek van de zuivere rede* de mogelijkheid van de metafysica verworpen omdat hij meende te kunnen aantonen dat de totaliteit noch in de ruimte, noch in de tijd, noch oneindig noch eindig, noch deelbaar noch ondeelbaar kon zijn. Onze metafysica moet - post-kantiaans - tonen dat ze met de kantiaanse kritiek rekening kan houden door ze te overwinnen. Kant leidt de synthetische eigenschappen a priori af van het heelal uit het feit dat alle waarnemingsinhouden kunnen worden gesynthetiseerd vanuit de transcendentale eenheid van de aspecten; wij zullen daarentegen dezelfde synthetische eigenschappen a priori afleiden uit het feit dat alle zijnden kunnen worden gesynthetiseerd vanuit de totale eenheid van het heelal.
15. *Eenheid van het heelal*
- Het heelal is één. Het heelal is ook een eenheid. Belangrijke aanzetten daartoe volgen uit D.W. Sciama's *De eenheid van het heelal*.²⁶ Het heelal moet een eenheid zijn als universeel systeem (systeem dat alle systemen bevat), als universeel causaal netwerk (netwerk van alle causale processen), als concretum dat alle concreta insluit, als geldigheidsdomein van alle wetten, als autonoom geheel van alle autonome gehelen. Het heelal moet ook een eenheid zijn als zichzelf verklarend systeem. Dit is een zeer fundamenteel inzicht: geen enkel deel van het heelal is centraal, geen enkele laag is

²⁶ Sciama

fundamenteel en geen enkel aspect is dominerend. Indien dit niet het geval zou zijn, dan zou het heelal niet het geheel (dat is) van alle zijnden (die zelf volledig zijn) kunnen uitmaken. Er moeten noodzakelijk vormen van zijn bestaan (vermits er vele vormen van veroorzaken, samenhangen en interageren bestaan) maar er kunnen geen graden van zijn bestaan. Vermits er geen graden van zijn kunnen bestaan en het heelal zichzelf moet kunnen verklaren moet iedere laag, ieder deel en ieder aspect als verklaringsgrond kunnen dienen. Hieruit volgt ook de eenheid van het heelal.

Dit inzicht brengt Spinoza en Leibniz samen; ze tegelijk wijzigend. Zowel Spinoza als Leibniz geven (de ene aan alle aspecten, de andere aan alle delen) een essentiële rol; maar beiden geven nog een dominerende rol aan de totaliteit die als substantie bij Spinoza of als God bij Leibniz fungeert. In dit systeem heeft iedere laag, ieder aspect en ieder deel een eigen rol en functie. Ieder deel is funderend en geen delen zijn isomorf. Hetzelfde geldt voor de totaliteit.

Zoals bij Hegel is het systeem essentieel dynamisch. Vermits alle zijn proces is, maar de verschillende perioden ook zijn allen funderend. Noch oorsprong, noch einde kunnen een meer funderende rol hebben dan het centrum.

16. *Tijd en ruimte*

De delen, lagen, aspecten en perioden van het geheel vormen een georganiseerd geheel. Vermits de werkelijkheid zich noodzakelijk transformeert en toch één blijft moeten relaties tussen de vele zich transformerende deelprocessen constant en invariant blijven. De som van al deze stabiele relaties vormt de tijd. Nog vanuit een tweede perspectief is iets invariant: men kan niet van wording spreken tenzij op een *nde* niveau de graad van verandering van verandering van verandering (tot de *nde* macht) dezelfde blijft. Ook in de tijd is het heelal één.

Niet alleen de perioden vormen een georganiseerd geheel. Ook de aspecten van eenzelfde object vormen een georganiseerd geheel (anders zouden ze niet als totaliteit autonoom kunnen zijn en veroorzaken). Hetzelfde geldt voor iedere laag, de totaliteit der lagen, ieder deel en de totaliteit der delen. De relaties die onafhankelijk zijn van het worden vormen, juist zoals de tijd, een geordend geheel. Dit is de basis van de ruimte.

17. *Eeuwigheid van het heelal*

Het heelal is eeuwig in de tijd omdat een alomvattend zichzelf verklarend systeem niet de grond van zijn vernietiging kan zijn en ook niet zijn grond kan vinden in het niets. We bevinden ons steeds aan het einde en het begin van oneindige ontwikkelingen.

18. *Oneindigheid van het heelal*

Het heelal bevat een oneindig aantal lagen en is dus onbeperkt deelbaar. Het bevat een oneindig aantal aspecten en een oneindig aantal delen.

Het kan geen basislaag bevatten omdat wat bestaat als oorzaak, autonomie, eenheid en geheel noodzakelijk samengesteld moet zijn. Dit sluit - in tegenstelling tot Kant - geen contradictie in.

Het heelal moet oneindig zijn omdat het niet door zichzelf kan worden begrensd en niemand anders het begrenzen kan.

Nota. In dit systeem hebben we oneindige transformatie, oneindige kwantitatieve en kwalitatieve uitgestrektheid, maximale eenheid en differentiatie. Dit sluit het bestaan van platonische ideeën zoals Plato en Whitehead voorstellen, uit. Het is ook incompatibel met de loochening van de tijd door MacTaggart of het centraal stellen van de duur door Bergson: de uitgestrektheid in de ruimte is meer of minder fundamenteel dan de uitgestrektheid in de tijd. Zijn en Worden zijn beide even belangrijk; de orde van coëxistentie en de orde van successie zijn beide even fundamenteel en weerspiegelen elkaar niet. De ruimte als organisatie van de coëxistentie is niet de leegte der atomisten (met wie

dit systeem ook maximaal in tegenstrijd staat door de negatie van atomen). Noch stof, noch leven, noch geest kunnen als metaforen worden gebruikt voor de totaliteit.

19. *Heelal zonder axiologisch centrum*

Een axiologisch gevolg laat zich al nu afleiden: als - zoals later blijkt - de werkelijkheid vele vormen van leven en bewustzijn moet voortbrengen kan geen enkele vorm van leven of bewustzijn meer dan een andere behoren tot de zijnsgrond van de totaliteit. Het heelal kan niet zijn georganiseerd ten dienste van één van zijn deelsystemen. De onuitputtelijkheid en onafhankelijkheid van de totaliteit brengt mee dat geen enkel deel het zijn van het geheel kan vormen.

20. *Alternatieve wereldbeelden*

In tegenstelling tot het wereldbeeld dat zojuist werd geschetst kan men

- a. een wereld eindig in tijd, ruimte en complexiteit met minimale eenheid (basiselementen en -processen onafhankelijk van elkaar) beschouwen;
- b. een wereld zoals in a. met maximale eenheid uittekenen;
- c. een wereld waarvan het proces chaotisch verloopt en de totaalorganisatie minimaal is, maar toch oneindig in ruimte en tijd ontleden;
- d. tussenvormen tussen finitisme en infinitisme (eindig in tijd of in ruimte, eindig in delen of kwaliteiten), tussenvormen tussen eenheid of versplintering, tussenvormen tussen primaat van zijn of worden overwegen.

Deze alternatieve wereldmodellen zijn minder complex (soms) en passen (soms) beter bij het nu bekende ervaringsmateriaal. Geen van allen dringt zich echter op. Geen van allen lijkt het beginsel van voldoende grond, de eigenschappen van bestaan, totaliteit en eenheid even sterk te realiseren als het sterk infinitistisch model dat zojuist werd geschetst. Men kan trouwens op verschillende manieren de ervaringsgegevens met het infinitistisch kader verzoenen.

21. *Causaliteit, tijd, innovatie en determinisme*

Als oorzaken hun gevolgen moeten voortbrengen, moeten twee schijnbaar tegenstrijdige eisen worden verzoend:

- het gevolg moet een eigen, partieel autonome, nieuwe realiteit hebben. Daarin ontsnapt het dus gedeeltelijk aan de impact van de oorzaak.
- de oorzaak die slechts kan bestaan door wat zij produceert moet ook in het gevolg aanwezig zijn.

In tijdstermen gezegd: het actuele moet kwalitatief verschillen van het verleden en toch moet het verleden in werkelijkheid blijven bestaan als grond voor het zo zijn van het heden. Vermits er bovendien geen zijnsgraden, maar slechts zijnsvormen kunnen worden onderscheiden moet het verleden werkelijk zijn ook in het heden, maar op een andere manier. *Hoe* is dit mogelijk? Bovendien kan het kwalitatief verschil tussen de open toekomst en het verleden niet worden opgeheven. Echter: de toekomst moet (door ons beginsel van universele zijnsgrond) ook zijnsgrond zijn van het verleden. Een bepaalde vorm van realiteit van de toekomst (verschillend van die van heden en verleden) kan dus ook niet worden geloofend. *Hoe kunnen* heden, verleden en toekomst alle drie als werkelijk worden gedacht - in dezelfde graad of intensiteit - maar toch als verschillend werkelijk?

Einstein en Bergson moeten *samen* gelijk krijgen. *Hoe?*

Een analoog probleem stelt zich voor holisme en reductionisme: de delen moeten het geheel bepalen en door hun interactie organiseren; het geheel moet hetzelfde doen voor de delen en tegelijkertijd moeten delen en geheel een relatief onafhankelijke

organisatievorm bezitten. Hoe kan dit?

Men zou kunnen beproeven het verleden tijdelijk te laten voortbestaan en de invloed van de delen op het geheel over een bepaald veld uit te strekken. Er kan echter geen rationele grond bestaan voor de duur van dit voortbestaan van het verleden en voor de uitbreiding van dit veld. Slechts wat is kan werken en slechts wat waar en wanneer is. Als het verleden 'buiten zichzelf' en het deel 'buiten zichzelf' werkt, zal deze toestand zich onbeperkt uitbreiden.

We hebben uitdrukkelijk gesteld dat de werkelijkheid consistent en coherent is - niet tegenstrijdig en samenhangend. Bij nader ingaan op de twee basisrelaties deel-geheel en verleden-toekomst schijnen we te stoten op tegenstrijdigheden. Hoe kunnen ze worden opgelost?

22. *Totaliteiten en symmetrieën*

De totaliteit van alles wat bestaat bevat, vermits ze zichzelf verklaart en geen centrum heeft, een oneindig aantal relaties van geheel tot delen, van deel tot geheel, van deel tot delen en van geheel tot geheel. Bestaan (als we de expliciete bepalingen gebruiken) betekent autonoom systeem zijn, causaal proces zijn, één en verspreid zijn, in wetmatige relaties staan. Uit de vorige paragrafen van deze tekst volgt dat alles wat bestaat noodzakelijk structuren heeft die invariant zijn onder zekere transformatiegroepen. Hetzelfde volgt uit de analyse die zojuist werd gegeven van de totaliteit. De totaliteit is (als eeuwig) zeker invariant onder de (ons nog gedeeltelijk onbekende) transformatie van het worden. Bovendien is ieder deel van de totaliteit oorzaak en gevolg, explanans en explanandum, grond en consequentie. Dus zijn oorzakelijkheidsrelaties en verklaringsrelaties hoewel antisymmetrisch toch ook invariant onder zekere permutaties. Deze twee soorten invarianties zijn echter vaag en onbepaald. Zekere invarianties bestaan niet, en andere wel. Wil een metafysica iets concreet zeggen over het heelal, dan zal ze iets moeten zeggen over de soorten invarianties en symmetrieën die wel bestaan, de soorten die niet bestaan en de soorten die bij benadering bestaan, of in bepaalde perioden bestaan en in andere perioden worden gebroken.

Een eerste deductie vertrekt van het begrip systeem. Systemen behoren tot supersystemen. Bij het opstellen van modellen ervan worden ze ten opzichte van die supersystemen gesitueerd (zo kan men zonnestelsels situeren ten opzichte van melkwegstelsels, melkwegstelsels ten opzichte van clusters enz.) maar ook ten opzichte van andere zonnestelsels van dezelfde grootteorde die ten opzichte van de eerste eenparig of versneld bewegen (bijvoorbeeld waarvan de relaties tot het gemodelleerd systeem veranderen). Om een systeem te zijn moet een verzameling objecten relaties vertonen die onveranderd blijven als ze worden waargenomen vanuit externe systemen verschillend gekozen. Dit is een zeer algemeen relativiteitsbeginsel. Indien zulke invariante kern niet zou bestaan, en indien de interne zowel als externe relaties van het systeem zouden veranderen naarmate het op een ander referentiekader wordt betrokken, dan zou het geen autonomie bezitten en geen systeem zijn. Veralgemeende relativiteit volgt uit systematiciteit.

Deze eerste invarianties noemen we *externe symmetrieën*. De bekende symmetrieën van objecten die onveranderd blijven bij beweging in de ruimte en bij wenteling rond een centrum of as zijn zulke externe symmetrieën.

De uitspraak gaat niet zover dat men invariantie onder alle externe transformaties van referentiekaders kan eisen. Wel onder vele. Dus blijft vaagheid bestaan. Dit is ook gewenst en gewild: niemand kan hopen dat *exacte* externe symmetrieën (d.w.z. alle geldige relativiteitsstellingen) volledig af te leiden zijn uit metafysische grondvoorwaarden. Wel is iedere metafysica die geen brug tussen de relati-

teitsstellingen en de basisinzichten van de metafysica legt leeg.

Een systeem heeft ook subsystemen, in verschillende lagen. De systemen van één laag zijn partieel invariant onder transformaties van relaties en elementen van lagere lagen. Dit noemen we *interne symmetrieën*. Indien dit niet het geval zou zijn dan zou een hiërarchische ontbinding van systemen niet mogelijk zijn en zou de zwarte doos methode (waarin men abstractie maakt van de interne structuur van een systeem) nooit kunnen worden toegepast.

Naast *externe* en *interne* symmetrieën moeten ook *dynamische* symmetrieën bestaan. Systemen transformeren zich kwalitatief in de tijd. Om energiebestendigheid te bezitten moeten ze invariant zijn (gedeeltelijk) onder zekere kwalitatieve transformaties.

Dynamische symmetrieën vallen niet samen met het conserveren doorheen de tijd van eigenschappen. Dynamische symmetrieën zijn relationele structuren die door kwalitatieve transformaties ofwel niet worden beïnvloed, ofwel erdoor steeds opnieuw worden gereproduceerd. Dit zijn dynamische symmetrieën van de *eerste* en van de *tweede* soort. Als wat bestaat, systeem is, dan moet wat bestaat symmetrieën van de vier hierboven vermelde soorten hebben. Als men de subsystemen op vele verschillende manieren wijzigt, dan bestaat dynamische symmetrie als bij al deze wijzigingen relaties invariant blijven. Dit zal in het algemeen verschijnselen van de tweede soort veroorzaken. Om de relaties invariant te houden, zullen andere subsystemen ook moeten worden gewijzigd. Dynamische symmetrieën hangen samen met krachten en oorzaken.

In een specifieke wetenschap zoals de natuurkunde zullen *externe symmetrieën geïncarneerd zijn in Galilei en Lorentz-Poincaré groepen, dynamische symmetrieën in ijkgroepen (of Weyl) groepen*. Interne symmetrieën zijn niet zo eenvoudig karakteriseerbaar.

Als we de werkelijkheid zowel extensief als intensief, zowel in uitgebreidheid als in complexiteit oneindig zien, dan moeten transformaties die ten opzichte van andere willekeurig klein zijn voorkomen. Daarom moeten de vier soorten symmetrieën als discontinue en als continue, als eindige en als infinitesimale transformaties voorkomen. Lie-groepen zijn nodig.

23. Wet, oorzaak en gevolg

Dezelfde deductie kan worden gepresenteerd vertrekkend vanuit de begrippen *wet* en *oorzaak*.

Een *oorzaak* produceert haar gevolg door partiële transmissie van een deel van de oorzaak in het systeem dat het gevolg draagt. Deze relatie moet invariant blijven onder

- a. transformaties op andere causale transmissies die gelijktijdig verlopen of voorafgaan;
- b. transformaties van het oorzaak- en gevolgsysteem die niet de overgedragen structuren aangaan, noch de voorwaarden van propulsie en receptie opheffen;
- c. transformaties van het overgedragen deel die wel de relatie tussen oorzaak-systeem en gevolg-systeem invariant houden.

We kunnen bij a. spreken over *causaal-externe* transformaties, bij b. over *causaal-interne* en bij c. over *causaal-dynamische*.

Een *wet* moet geldig blijven onder transformaties van individuen in elkaar (de *symmetrische* groep), onder betekenisbehoudende transformaties van de taalkundige uitdrukking van de predikaten die in de wet voorkomt (een *automorfismegroep* van de algebra waartoe de wet behoort). Een wet moet ook gedeeltelijk autonoom zijn (om te gelden in vele mogelijke werelden) en daarom geldig blijven bij transformaties van

andere wetten die coëxisteren maar geen noodzakelijke voorwaarden van de eerste uitmaken.

We zijn er ons van bewust dat deze overgang van metafysische uitgangspunten naar groepen nog uiterst vaag en onaf is. Toch is dit het sleutelstuk van ons gebouw. Hiermee staat en valt onze constructie. Het eerste deel van deze tekst (pp.1-99) vertrekt van bijzonder belangrijke symmetrieën en groepen om er de wijsgerige bovenbouw van te zoeken. *Dit* deel van de tekst vertrekt eerst van de drie metafysische grondpijlers (systeem, wet en oorzaak) en daarna van een directe metafysische constructie om zo de groepen terug te vinden.

24. *Zijn, leven, bewustzijn*

Wij onderbreken hier de studie van de relatie tussen symmetriesoorten en metafysische eisen. We komen terug op een nieuwe paradoxale consequentie van het zichzelf-verklarend karakter van de werkelijkheid. We zagen dat vroege en meer eenvoudige structuren van de werkelijkheid latere en meer complexe verklaren. Dit is de gewone weg die lineair-causaal denken volgt. Omgekeerd echter moeten (in ons symmetrisch verklaringsmodel) ook latere en complexe vormen van werkelijkheid vroege en meer eenvoudige verklaren. Dit volgt noodzakelijk als verleden, heden en toekomst werkelijk zijn (zij het ook op verschillende manieren) en als alle delen en aspecten alle andere delen en aspecten verklaren. We staan dan in de geschiedenis van het heelal voor een dubbel vraagstuk.

- a. Waarom ontwikkelt zijn zich noodzakelijkerwijs tot leven, bewustzijn en zelfbewustzijn?
- b. Waarom verschijnen leven en bewustzijn zo laat en lokaal als ze één van de verklaringsgronden van het geheel zijn?
- c. Hoe verklaart de vorm van de spatio-temporele totaliteit (die zowel bewustzijn als niet bewustzijn, leven als niet leven overkoepelt en omvat) ook op zijn eigen manier bewuste en niet bewuste, levende en niet levende delen, alhoewel die totaal *niet* structuurgelijk is noch aan stof, noch aan leven, noch aan bewustzijn?

Uit ons metafysisch schema volgt de radicale ontkenning van materialisme, vitalisme en spiritualisme (allen vormen van reductionisme) maar tegelijk de alomtegenwoordigheid van de grond in alle delen en aspecten (1) en de totaliteit als grond (2).

?

De vragen die men precies moet beantwoorden zijn:

- a. Waarom kan men de Galilei-groep, de Poincaré-Lorentz-groep, de Lie-groepen, de symmetrische groep, de unitaire groep en de ijk-groepen systematisch klasseren?
- b. Welke wetten volgen uit deze 6 groepen als ze gelden in een gegeven domein?
- c. Kan men de evolutie van zo'n domein uit de geldigheid van die groepen partieel afleiden?
- d. Uit welke eigenschappen van het zijn in het algemeen en van de zijnstotaliteit in het bijzonder volgt dat deze 6 groepen in delen van de werkelijkheid zijn gerealiseerd?
- e. Welke semi-groepen en groeporden bestaan er? Klasseer ze! Leid (zoals in d.) af waarom in de werkelijkheid deze semi-groepen en groeporden zijn gerealiseerd.
- f. Wat zijn benaderingen tot groepen? Welke groepen zijn bij benadering

gerealiseerd en waarom?

- g. Is er enige reden om te veronderstellen dat de totaliteit een representatie in een lineaire (respectievelijk niet lineaire) ruimte van de basisgroepen in a., realiseert?
- h. Wat zijn de geprivilegieerde eigenschappen van domeinen die combinaties van de basisgroepen realiseren (bijvoorbeeld Poincaré-, ijk- én Lorentz-groepen)?
- i. Eisen externe symmetrieën noodzakelijk de verplaatsingsgroepen in ruimte-tijd, de rotaties en hun combinaties? Eisen interne symmetrieën noodzakelijk ijk-groepen (zowel abeliaanse als niet abeliaanse)? Hebben sterkte, benaderde en gebroken PCT symmetrieën metafysische betekenis?

Processen en gebeurtenissen zijn symmetriebrekingen. Hoe kunnen symmetriebrekingen uit symmetrie ontstaan en omgekeerd? Bepaal anti-groepen als associatieve en gesloten algebra's met $=$, waar niet alle of zelfs geen enkel element inversen heeft. Hoe kunnen uit anti-groepen groepen ontstaan en omgekeerd? Toon ook de noodzaak van anti-groepen aan.

- j. Als men spiegeling, rotatie en verplaatsing vergelijkt stelt men vast dat $S^2=I$, $R^n=I$, $V^n \neq I$. Ze vormen een lineaire reeks. Men kan a priori afleiden dat systemen, oorzaken en wetten invariant moeten zijn onder verschillende operaties van die drie typen.

In zijn *Transcendentale analytik* leidt Kant het bestaan van constanten af uit de noodzaak de verschijningen te denken vanuit het ik. Deze aanzet leidt constanten af

uit symmetrieën (o.a. door de Noether-stellingen) en symmetrieën uit systeem,

wet

en oorzakelijkheid die *zelf* volgen uit de natuur van werkelijkheid en totaliteit. Dit is

een *realistische* tegenhanger van Kant die, in tegenstelling tot Kant, niet van Newton afhankelijk is en de wijsgerige zowel als wetenschappelijke betekenis van

een natuurfilosofie toont.

De basis van de ontologische deductie die hier wordt beproefd is: *wat zijn de noodzakelijke eigenschappen van een totaliteit (1), van een werkelijkheid (2) die zichzelf verklaart (3)* (subsidiar en die, om te *bestaan*, tegelijk *stabiliteit* en *proces*

moet zijn) (bijvoorbeeld een zichzelf verklarend systeem is uniek, samenhangend,

oneindig, hiërarchisch, zichzelf weerspiegeland, systemen bevattend, enz.)?

- k. Zoek een systeem van wetten waarvoor één (indien mogelijk slechts één) toestand

bestaat die volledig alle andere toestanden van het systeem aan die wetten onderworpen bepaalt. Toon dat de initiale toestand uit de wetten afleidbaar is, of dat de wetten uit de initiale toestand afleidbaar zijn. Kan dit in een veralgemeende

representatietheorie voor groepen worden opgelost? Veronderstelt dit niet dat (vermits de toestanden uit de wetten moeten worden afgeleid of/en omgekeerd) de groepen zelf werken op elementen van groepen of op groepen als gehelen? De ruimte waarin de groepen zijn gepresenteerd zou zelf een ruimte van groepen zijn. Dit is slechts een noodzakelijke en geen voldoende voorwaarde voor de oplossing van het probleem. We kunnen vertrekken van causaliteit, wet en systeem. Alles wat werkelijk is, heeft een zekere minimale stabiliteit en

bestendigt

zich: als systeem én als oorzaak is het zelf-bestendigheid.

Alles wat werkelijk is, werkt en reproduceert dus partieel buiten zichzelf: een primitieve vorm van replicatie. Alles wat werkelijk is, is ook gevolg en neemt dus een deel van wat er buiten bestaat in zich op: een primitieve vorm van bewustzijn.

Doordat zelfbestendigheid ook een vorm van inwerking op zichzelf is, is dus iedere zelfbestending een primitieve vorm van zelfbewustzijn en van zelfreplicatie.

Anders gezegd:

het is vals dat ieder ondergaan van de impact van een externe structuur kennis of bewustzijn zou zijn; het is ook vals dat iedere partiële autoreproductie biologische reproductie zou zijn; het is vals dat iedere vorm van coördinatie en modellering collectief handelen of kennis zou zijn. Maar preformaties van ruimtelijke vorm en impenetiabiliteit bestaan in *iedere* samenhangende structuur; preformaties van modelvorming en reproducties bestaan in iedere causale interactie; preformaties van interne modelvorming bestaan in iedere zelfbestending. Wat de juiste draagwijdte van dit preformatie begrip is moet duidelijker worden gemaakt. De idee van deze 'partiële isomorfie' stamt uit Piagets gebruik van preformaties van intellectuele bewerkingen in manuele en uiteindelijk in biologische interacties.

Dit idee heeft een *vorm* van universeel materialisme, vitalisme en psychisme ten gevolg. Ze is in die zin vreemd aan een Hegel-Chardin objectief idealisme:

- a. iedere hiërarchie tussen zuivere stof, leven en bewustzijn wordt ontkend: bewustzijn is geen hoger zijn, maar anders zijn (het is m.a.w. een ander aspect van zijn);
- b. preformatie wordt duidelijk gescheiden van identiteit of zelfs gelijkaardigheid;
- c. vele verschillende vormen van stof, leven en bewustzijn worden beschouwd en
- d. uit de causaliteit van het geheel volgt ook een structuur die zowel stof, leven, bewustzijn als zelfbewustzijn transcendeert.

Het bewustzijn en het zelfbewustzijn moeten worden begrepen als vormen van zijn, vanuit het zijn. Wat is, is intern eenheid en veelheid, oorzaak en gevolg. Het is dus noodzakelijk stoffelijk als kracht en organisatie van delen (in een preruimte). Maar het heeft ook een relatie tot zichzelf (preformatie van innerlijkheid). Vragen en zoeken staan in een polaire verhouding tot veroorzaken en kracht uitoefenen: het zijn tegengestelden. Toch is er ook verwantschap: de kiem van de intentionaliteit ligt in de causaliteit. De volgende causale relaties lijken onmogelijk: 1) *a* werkt op *a*, 2) (*a* werkt op *a*) werkt op *a*. Toch (zie onze bepaling van causaliteit) lijkt iedere productierelatie ze in te sluiten in een rudimentaire vorm, en lijkt ze, beide samen genomen, het bewustzijn en zelfbewustzijn te anticiperen.

Zowel subject als intentionele act zijn nooit als object gegeven maar slechts als organisatie en wijze van tegenwoordigheid van dat waarop subject en act gericht zijn. Daarom hoeft het niet te verbazen dat tussen zijn en zelfbewustzijn, zonder identificatie, een verband wordt gelegd.

Als de stelling volgens dewelke uit zijn, symmetrie volgt (zie boven) kan worden verdedigd, dan moet ook uit zelfbewustzijn symmetrie volgen (door de verwantschap van zijn en zelfbewustzijn). Het volmaakte zelfbewustzijn zou een volmaakte symmetrische relatie zijn $2Bew(a,a)=1Bew(a,a)$; een spiegeling van een beeld in zichzelf. Bewustzijn is daarentegen geen symmetrische relatie. Men verbindt in zelfbewustzijn (zoals in het heelal) symmetrie en antisymmetrie. Indien bewustzijn zou kunnen worden herleid tot beeldvorming of modelvorming dan zou men het als een spiegelsymmetrie kunnen bepalen, maar die reductie is onmogelijk. Indien bewustzijn herleid zou kunnen worden

tot interactie, dan zou men het als een asymmetrie kunnen bepalen die symmetrieën als deelaspecten bevat.

Beide aspecten zijn echter onvoldoende: bewustzijn is de twee, op een bepaalde manier samengebracht.

We wijzen er - door de interactie van systeem, wet en oorzaak - op dat ook de totaalwerkelijkheid een - zij het ook verschillende - synthese van symmetrie en asymmetrie is. Hoe intentionaliteit causaliteit impliceert (a) en hoe causaliteit intentionaliteit pre-formeert (b) zijn twee andere manieren om de relatie tussen zijn en bewustzijn uit te drukken.

Zeër kort zouden we kunnen zeggen dat zelfbewustzijn veranderingen zijn van interne functioneringswijzen van velden van de hersenen. De dualiteit structuur/functie tweemaal herhaald: brein-functioneringswijze (1), veranderingen in functioneringswijze, structuur ervan afgebeeld op een deel (2), juist zoals de dualiteit veld-proces een algemene karakteristiek van de werkelijkheid vormt. Die dualiteit wordt op een speciale manier geïncarneerd in de relatie lichaam-bewustzijn.

Personen zijn multipale superposities van karakters en ikken; groepen zijn dat ook. We nemen hier superpositie in de kwantumtheoretische zin. De relaties tussen moleculen, atomen en kernen zijn analoog aan en niet identisch met de relaties tussen groepen, personen en persoons-subsystemen. Zowel het grondprobleem van het zelfbewustzijn als het grondprobleem van de sociale groep hangt af van systeem/proces dualiteit.

In iedere causale productie moet iets creatiefs-nieuws ontstaan anders bestaat het gevolg niet. Dus kan absolute conservatie niet gelden. Maar in ieder causaal proces moet het gevolg zijn bepaald door de oorzaak. Zoniet vervalt de eenheid van het worden en de duur van het verleden. Deze eenheid in verschil is constitutief voor causaliteit. Maar (!!)

ook voor het zelfbewustzijn en de groep. Perceptie, herinnering en alle geschiedenis zijn asymmetrische structuren. Kan men alle asymmetrieën tot een basisasymmetrie herleiden (en alle symmetrieën ook)? Volgt daaruit een systeem van processen enerzijds, stabiliteiten anderzijds? Is ons heelal noodzakelijk paraconsistent? Of kan men ook symmetrieën en asymmetrieën tot elkaar herleiden?

Een metafysisch systeem dat geen organisatievormen voorstelt die ten opzichte van de ons vertrouwde radicaal nieuw zouden zijn is niet geloofwaardig. Als we het essentiële van stof, leven, bewustzijn en zelfbewustzijn vatten door uitgebreidheid, vorm, autoreproductie, modelvorming en zelfmodellering dan moeten we die quasi lineaire reeks waaivormig kunnen uitbreiden, lateraal verrijken en lineair voortzetten en - voor alles - mogelijke globale structuren denken waarin *deze* multipliciteit wordt ingebed.

25. Totaliteit onder zeven perspectieven

In de vorige paragraaf leiden we uit het algemeen 'bestaansbegrip' verschillende vormen van bestaan af. In de paragraaf die nu volgt tonen we dat de werkelijkheid zoals we ze geschetst hebben kan worden onderworpen aan zeven grondbewerkingen.

25.1. De werkelijkheid als geheel kan worden *beschreven*. Dit betekent dat op één van de delen van de totaliteit een modellerend subsysteem kan worden afgebeeld. Daar het subsysteem in kwestie (één van de bewuste soorten) minder complex is, zal de beschrijving steeds meer-eenduidig zijn. De mogelijkheid bestaat ook het geheel meer-eenduidig af te beelden op interacties van subsystemen.

25.2. De werkelijkheid als geheel kan worden *voorspeld*. Anders gezegd: een deel van de

- totaliteit kan een model van een tijdsfragment van de totaliteit maken en het een-meerduidig afbeelden op een model van een groter tijdsfragment.
- 25.3. De totaalwerkelijkheid kan worden *verklaard* doordat ze als productief causaal netwerk, als geordende verzameling van wetmatigheden en als systeem van subsystemen (de drie elkaar noodzakelijk makend) wordt getoond. De verschillende lagen en delen ervan kunnen op elkaar worden afgebeeld. Relaties tussen maxima, minima en structuur kunnen worden vastgelegd.
- 25.4. De totaalwerkelijkheid kan worden *gewaardeerd* doordat ze in verschillende feedbacksystemen kan worden ingeschakeld. De meest 'objectieve' waardering zal degene zijn die volgt uit het grootste feedbacksysteem dat zichzelf en de werkelijkheid tegelijk kan beamen en in verschillende richtingen vervolledigen.
- 25.5. De totaalwerkelijkheid kan worden *gewijzigd* door doelgerichte actie van deelsystemen op elkaar en op het geheel.
- 25.6. De totaalwerkelijkheid kan worden *gekend* doordat 25.1.-25.4. op systemen van subsystemen worden afgebeeld.
- 25.7. Deelrealisaties van 25.1.-25.6. kunnen worden uitgebreid en gesynthetiseerd.

Wat ook belangrijk is, is dat de totaliteit wordt weerspiegeld door de totaliteit van beschrijvingen, verklaringen, voorspellingen, waarderingen, acties, kensystemen en fragmentaire realisaties van dat alles, ieder in hun eigen dimensie (van 1 tot 7) beschouwd en met elkaar (tussen 1 en 7) gecoördineerd.

26. *Totaliteit en extremaalbeginselen*

De totaliteit van de werkelijkheid is in twee opzichten een 'maximum'. In de verzameling der mogelijkheden bezit de realiteit het maximum van de actualiteit. In de verzameling der werkelijkheden bezit de totaliteit de eigenschap alomvattend te zijn.

Het ligt dan ook voor de hand na te gaan of de werkelijkheid door maximalisatiebeginselen wordt gekarakteriseerd. Men weet dat dit het geval is. K19 van VII in Feynmans 'Lectures on physics'²⁷ drukt uit dat zowel in klassieke mechanica, als elektromagnetisme, relativiteit of kwanta de bewegingen van systemen volgens een beginsel van minimale actie verlopen.

$$\text{Actie} = S = \int_{t_1}^{t_2} (KE - PE) dt$$

KE is kinetische energie, PE is potentiële energie.

Het beginsel van minimale actie spreekt uit dat als men het werkelijke pad van een systeem (optisch of/en mechanisch) met de mogelijke paden ervan zou vergelijken, het werkelijk pad een extreme waarde zou hebben (een begrip uit de zgn. 'variatierekening' dat betekent dat bij iedere afwijking van dit geprivilegieerde pad, $\delta S = 0$ + de eerste afgeleide van S verdwijnt, zou zijn).²⁸ In Mainzers *Symmetrie*²⁹ wordt par.3.30 'Extremalprinzipien und die prästabilisierte Harmonie der Natur' aan dit beginsel gewijd. In feite is het een veralgemening voor de dynamica van Fermats wetten voor het licht. Om het beginsel zo algemeen mogelijk uit te drukken is het nodig deze gedachten die wijsgerig hun oorsprong hebben bij Leibniz, langs Maupertuis, uit te drukken in hun

²⁷ Feynman

²⁸ Feynman, deel II, 19.6.

²⁹ Mainzer

meer gevorderde vorm bij Hamilton. Om Hamiltons versie van het beginsel van minimale actie uit te drukken beschouwt Mainzer³⁰ eerst een massapunt met coördinaten $X_k(k=1,2,3)$, tijdens tijd t , met massa m , onder invloed van een kracht $F(x_l, \dot{x}_l, t)$. De newtoniaanse vergelijking levert

$$F_k(x_{ll}, \dot{x}_l, t) = m(d^2 x_k / dt^2) = m \ddot{x}_k.$$

Lagrange schrijft de uitdrukking algemener voor systemen van punten, voor continue deformeerbare media, enz.

De Lagrange-vergelijkingen hebben de vorm

$$\delta L / \delta x_k - d/dt \delta L / \delta \dot{x}_k = 0. \quad (\text{J. Larmore en K. Schwarzschild leiden de elektromechanica uit Maxwells beginsel af en D. Hilbert de relativiteitstheorie}).$$

De Lagrange-functie $L = L(x_k, \dot{x}_k, t) = T(\dot{x}_k) - V(x_k, \dot{x}_k, t)$.

De twee termen van het verschil representeren respectievelijk de kinetische en de potentiële energie. V is een potentiaalfunctie die afhangt van de krachten die op het systeem werken en T is (in het massapunt voorbeeld):

$$T = \sum_k (m/2) \dot{x}_k^2.$$

Elders gaan we langer op kinetische en potentiële energie in. Hamilton stelt de vraag naar de waarde van het actie integraal $W(s_k(t))$ bepaald als:

$$W(x_k(t)) = \int_{t_1}^{t_2} L(x_k(t), \dot{x}_k(t), t) dt$$

voor de mogelijk banen tussen t_1 en t_2 . Het Hamilton-beginsel zegt dat de werkelijke banen $s_k(t)$ aan het actie integraal een extremale waarde geven (d.w.z.

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = 0$$

De lagrangiaanse bewegingsvergelijkingen volgen uit het beginsel van Hamilton.

Men kan ook hetzelfde in een andere vorm schrijven (afhankelijk van plaats- en momentumcoördinaten en niet van plaats- en snelheidscoördinaten).

$$\dot{q}_k = \delta H / \delta p_k, \quad -p_k = \delta H / \delta \dot{q}_k \quad H(p_k, q_k, t) = \sum_k p_k \dot{q}_k - L \quad ^{31}$$

Beïnvloed door F. Kleins 'Programma van Erlangen'³² (waarvan ook onze metafysica een late nalooper kan worden genoemd, na de categorieëentheorie) bewijst E. Noether (1928) dat de 10 geconserveerde grootheden van een mechanisch systeem uit de invariantie-eigenschappen van de Lagrange-functie en van het actie-integraal ten opzichte van de infinitesimale transformaties van de 10 parameter Galilei-groep volgen.

De relatie die Noether tussen de Lagrange-vergelijkingen en de Galilei-groep heeft gelegd is onmiskenbaar. Om de Lagrange- en Hamilton-beginselen te funderen is echter meer nodig en we moeten *niet* nagaan of - en indien ja, hoe - men het bewijzen kan. Het zou erom gaan aan te tonen dat de waarheid van de Hamilton-beginselen volgt uit kwalitatieve eigenschappen die gelden in de klassieke mechanica, relativiteit en kwanta. Dat zou kunnen zijn

- a. de Galilei- of Lorentz-groepen zelf (d.w.z. niet alleen is de Hamilton-vergelijking invariant t.o.v. deze groepen, maar ook omgekeerd is een vergelijking invariant onder deze groepen noodzakelijk structureel gelijk aan de Hamilton-vergelijking);

³⁰ Mainzer, p.309.

³¹ Mainzer, p.314.

³² Klein

- b. zekere ijk-groepen;
- c. meer metafysische beginselen als het beginsel van voldoende grond, causaliteit, determinisme of systematiciteit.

Het beginsel van minimale actie (dat N dus niet steeds minimaal maakt, soms ook maximaal, maar steeds extremaal) werd wel door Maupertus maar niet door anderen als een finaliteitsbeginsel verstaan: E.J. Beth bewees dat een systeem dat aan differentiaalvergelijkingen voldoet, ook noodzakelijk een globale voorwaarde zoals de hamiltoniaanse moet realiseren. Het omgekeerde is echter even waar.

Metafysisch stelt zich het centrale vraagstuk of beide feiten (een natuur die differentiaalvergelijkingen realiseert en een natuur die Hamiltons beginsel waarmaakt) zouden kunnen worden begrepen vanuit eigenschappen van de totaliteit van de werkelijkheid.

Om een begrip van begrijpen te realiseren is het belangrijk het verschil tussen kinetische en potentiële energie te begrijpen.

Voor een systeem van partikels³³ is de kinetische energie

$$\sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

en de potentiële energie

$$\sum_{(ij)} - \frac{G m_i m_j}{r_{ij}}$$

De kinetische energie is functie van actuele massa's en bewegingen, de potentiële energie is functie van de krachten tussen de verschillende massa's (zoals uit de vorm van haar bepaling blijkt). Dat een werkelijke beweging de afgeleide van het verschil tussen de twee zero maakt zou men kunnen uitdrukken - metaforisch - door het *bijna zero of bijna α houden van de relatie tussen actualiteit en potentialiteit of tussen beweging en kracht.*

Dit is nog geen werkelijke fundering. We moeten nog weten waarom de reële werkelijkheid zich zo gedraagt. Maar het is toch een stap in de richting ervan.

Of er een relatie tussen symmetrie-eigenschappen en het beginsel van 'least action' kan worden afgeleid is een nog open probleem.

Vooraleer het extremaalbeginsel te verklaren kan de metafysische betekenis ervan nog op twee manieren worden aangetoond.

- a. Een boeiend recent artikel van P.H.J. Shoemaker 'The quest for optimality'³⁴ behandelt toepassingen van analoge beginselen buiten de natuurkunde. We menen zelfs dat iets van het wezen van de rationaliteit door deze vergelijking zou kunnen worden verklaard.
- b. Niet alleen de processen, maar ook de evenwichtsvormen van de natuur worden door het Hamilton-principe opgehelderd.

Deze twee punten worden nu behandeld.

P.H.J. Shoemaker vertrekt van de natuurkunde. Hij merkt (met Feynman) op dat in de scheikunde evenwicht wordt gekarakteriseerd door een compensatie van storingen die ook tot een extremaalbeginsel leiden. In de biologie voert natuurlijke selectie tot een optimalisering van seks-ratio's; van paringsperioden en van werkverdeling. De economie wordt beheerst door maximalisering van verwacht nut. Ook sociologie (familie,

³³ Feynman, deel I, 13.6.

³⁴ Shoemaker, 14, pp. 205-245.

structuur, echtscheiding, criminaliteit) kan (Gary Becker) vanuit optimalisatiebeginselen worden verklaard.

Als - wat wij in het vorig deel van deze paragraaf bespraken - de extremaalbeginselen samenhangen met symmetrieën (1) en als bovendien de extremaalbeginselen in biologie, economie en sociologie van dezelfde soort zijn als degene die wij in de natuurkunde ontmoeten (2) dan vinden wij hier een instrument om de integrerende werking van de symmetrie *buiten* de natuurkunde te versterken. De twee voorwaarden moeten echter nog worden bewezen. Indien we erin zouden slagen dan zou een belangrijke consequentie afleidbaar zijn.

- a. De ideale rationaliteit in actie wordt bepaald door optimalisatie van mathematische expectatie (som van producten van waarschijnlijkheid en nut).
- b. Als extremale actiebeginselen in alle domeinen van de werkelijkheid gelden, dan is actierationaliteit (maximaal rendement met minimale input) structuurgelijk aan een tendens van de hele werkelijkheid.
- c. In zoverre de extremaalbeginselen verwant zijn met de symmetriebeginselen domineren de symmetriebeginselen dan ook het ideaal rationeel denken.
- d. Toch is reële rationaliteit niet gelijk aan ideale rationaliteit om twee redenen. De vorm van het denken hangt af van de historisch-sociale situatie van de denkersgroep die zich al dan niet sterke optimalisatie kan veroorloven (subjectieve factor). Dezelfde vorm van het denken hangt ook af van het al dan niet gesloten zijn van de systemen waarover wordt gedacht (die min of meer volledig conservatieve hamiltoniaanse systemen zijn, gekarakteriseerd door min of meer drastische symmetriebreuken).
- e. Juist zoals de werkelijkheid een mengsel van symmetrie en asymmetrie is, juist zo is het denken een mengsel van verschillend sterke rationaliteiten.
- f. Naast de interdisciplinariteit van de optimalisatie (dominerend in de techniek) staat ook de tegengestelde interdisciplinariteit van de al dan niet deterministische chaos.

Weer - zoals voor symmetrie en asymmetrie - stelt zich de vraag of we de ene uit de andere kunnen afleiden (optimalisatie uit chaos, of chaos uit optimalisatie).

Anders gezegd - hoe volgen uit de grondslagen van de metafysica de universaliteit

van de optimalisatie en de universaliteit van de onbeperkte complexiteit?

Waarom

brengen holistische niet lineaire systemen (het algemene geval) lineaire systemen (het bijzonder geval) voort? Waarom brengen asymmetrieën, symmetrieën voort (of/en omgekeerd). Hier staan we voor een fundamentele optie die wij vanuit de metafysica moeten afleiden.

Die drijft ons tot het primaat van de orde. Chaos is een speciale vorm van orde.

En

chaos verklaart niets - vooral niet zichzelf. *Dus moet de moeilijkste vorm van deductie, van niet lineariteit uit lineariteit, van chaos uit orde, van asymmetrie uit*

symmetrie eigenlijk de fundamentele zijn.

Na meer vragen te hebben gesteld dan te hebben beantwoord gaan we nu over tot de relatie tussen extremaalbeginselen en vormen. Stefan Hildebrandt en Anthony Tromha schreven een boek *Architectuur in de natuur. De weg naar de optimale vorm*.³⁵ In de proloog ervan wordt gewezen op de bolvormigheid van planeten, van het zweepdiertje van het geslacht 'Volvox' (wier koloniën even bolsymmetrisch zijn als de diertjes zelf), van zeepbellen (en zeepvliegen), en de symmetrieën van insectenvleugels en straaldiertjes. Ook dynamische verschijnselen zoals de baan van sterren en van elementaire diertjes, vertonen eenvoudige symmetrieën. De natuur gaat te werk volgens het beginsel van 'zuinigheid van middelen' (als actie = massa $\times$ afstand $\times$ snelheid, dan minimaliseert de natuur actie zegt de wet van Maupertus, het eenvoudige uitgangspunt van waaruit we hierboven vertrekken om te besluiten tot Hamiltons beginsel). In het gebergte van het faselandschap zijn toppen en dalen plaatsen waar de raaklijn horizontaal is (de raaklijn representeert geometrisch de eerste afgeleide - een horizontale raaklijn heeft zero helling en is, ipso facto, *symmetrisch*!).

Het beginsel van Dirichlet³⁶ spreekt uit dat de stabiele evenwichtstoestanden van een natuurlijk systeem een kleinere potentiële energie hebben dan elke naburige toestand (het zijn lokale dalen van de faseruimte). De zeepvliezenoppervlakten zijn lagen met minimale potentiële energie. Het zijn minimaaloppervlakten die kleinere oppervlakte hebben dan ieder naburig oppervlak dat hetzelfde raamwerk overspant.³⁷ Pagina 103 geeft de oplossing van het probleem van Plateau: voor elke enkelvoudige gesloten kromme bestaat een minimaaloppervlak van een eindig geslacht (bol met n hengsels) dat die kromme overspant en zichzelf niet snijdt. Echter: minimaaloppervlakten zijn of vlak, of lijken in elk punt op het zadeloppervlak.³⁸ Dit is voor ons hoogst belangrijk omdat zo blijkt dat ze symmetrisch zijn (de voorwaarde m.a.w. de wet waaraan ze voldoen is ook een symmetrie-eis: gemiddelde kromming is zero. De symmetrieën van Frei Otto's en Rolf Gutbrods Montreal-architecturen realiseren in gemakkelijk verplaatsbare lichtgewichtdaken (analoog aan tenten) de eigenschappen van minimaal oppervlakken.

We moeten een verband zoeken tussen de structuur van de totaliteit en het beginsel van kleinste werking. Als een beginsel van *volheid* (alle mogelijke toestanden zijn reëel) geldt voor de werkelijkheid, dan volgt dat iedere toestand zo zuinig mogelijk moet worden gerealiseerd en des te zuiniger naarmate hij stabiel is. Stabiele toestanden duren langer en zijn waarschijnlijker. Dus is het nodig dat ze invariant zijn onder zoveel mogelijk externe transformaties. Invariantie onder zoveel mogelijk externe transformaties sluit tegelijk in: het in beslag nemen van zo weinig mogelijk energie (minimale energie), van zo weinig mogelijk oppervlakte. Er bestaat dus *zeker* een verband tussen de extremaalbeginselen en de symmetrie.

De kromme die van alle gesloten curven met een gegeven lengte, de grootste oppervlakte insluit is de cirkel.³⁹ Hieruit volgt dat van alle vlakke figuren met dezelfde oppervlakte, de cirkel de kleinste omtrek heeft. Een figuur met minimale potentiële energie heeft een minimale omtrek. Dit verklaart de bolvormigheid van vetdruppels. Van alle vastgeklemden platen van een bepaalde oppervlakte heeft de cirkelschijf de kleinste hoofdfrequentie. Van alle vaste lichamen met een gegeven inhoud heeft de bol de

³⁵ Hildebrandt en Tromha 1989.

³⁶ Dirichlet in Hildebrandt en Tromha 1989, p.85.

³⁷ Hildebrandt en Tromha 1989, p.92.

³⁸ Hildebrandt en Tromha 1989, p.109

³⁹ Hildebrandt en Tromha 1989, p.145, het bewijs gaat van pp.145-147.

kleinste oppervlakte. Van alle vaste lichamen met een gegeven oppervlakte heeft de bol de grootste inhoud.⁴⁰ Vermits de bol het meest symmetrisch lichaam is, legt dit alles een duidelijk verband tussen *symmetriegraad, mogelijkheid van interne en van externe interactie (in het algemeen) en stabiliteit*.⁴¹ Symmetrieën van concrete systemen en symmetrieën van wetten zijn fundamenteel verschillend. In de stadia van de wet van kleinste werking schijnt echter een verband tussen de twee te zijn gerealiseerd.

27. *Totaliteit en ruimten*

De vorige paragraaf, hoe algemeen ook, had een empirisch uitgangspunt: onze werkelijkheid blijkt zo te zijn dat de banen van symmetrieën extremale actiewaarden hebben en dat systemen in stabiel evenwicht minimale potentiële energie hebben. Het verband daarvan met de metafysische uitgangspunten enerzijds en met de symmetrieën anderzijds werd onderzocht. In deze paragraaf willen we terugkeren tot ons a priori uitgangspunt. We houden ons bezig met de totaliteit van de werkelijkheid.

Deze totaliteit is een individueel object. Immers alleen individuele objecten staan in causale relaties. Bovendien zijn alleen individuele objecten volledig bepaald. En alleen individuele objecten zijn werkelijk onafhankelijk van ieder subject. De logische categorie van de totaliteit is dus die der individualiteit.

27.a. Maar de totaliteit is niet alleen een eenheid. Het is ook een veelheid. De elementen

van die veelheid hebben allen de eigenschap deel te zijn van de totaliteit. Dus hebben ze allen een eigenschap gemeen. Hoewel we uitdrukkelijk zijn *begonnen* de totaliteit niet als een klasse of verzameling te behandelen, kunnen we toch, eens

we ze hebben ingevoerd, de verzameling van alle delen van de totaliteit vormen (iedere klasse van objecten die een welbepaalde eigenschap gemeen hebben vormt, in een naïeve verzamelingenleer, een verzameling). Nogmaals gaan we niet op de paradoxen van de verzamelingenleer in (wij zijn geneigd ze als singulariteiten te beschouwen die meer worden opgelost door ze te isoleren dan door de verzamelingenleer te hervormen zoals de 20ste eeuw tevergeefs beproefde).

27.b. Het heelal, beschouwd als verzameling, is een topologische ruimte.

Een topologische ruimte is een verzameling waarvoor men voor ieder element, een

omgeving kan bepalen. De omgeving wordt bepaald door de volgende axioma's: ieder element ligt in ieder van zijn omgevingen; de intersectie van twee omgevingen

van een element is zelf een omgeving ervan; de omgeving van het leeg element is leeg; de omgeving van de omgeving van een element is zelf een omgeving ervan. De totaliteit lijdt geen gebrek aan omgevingsbepalingen. Wel moet nauwkeurig worden gezocht naar natuurlijke omgevingsbegrippen.

Wat werkelijk is, is causaal, wetmatig en systeem. *Als men een element als systeem*

beschouwt kan men als omgeving ervan bepalen ofwel de passieve en actieve elementen die door het systeem worden beïnvloed of het systeem beïnvloeden,

⁴⁰ Hildebrandt en Tromha 1989, p.150.

⁴¹ interessant is pagina 161, de relatie tussen rotatiesymmetrische oppervlakten en constante gemiddelde kromming.

ofwel alle systemen waarvan de karakteristieke variabelen binnen een afstand kleiner dan f van de karakteristieke variabelen van het eerste systeem liggen. Voor de eerste omgevingsbepaling gelden de axioma's: 1) een systeem behoort tot zijn actieve of passieve omgeving, 2) als twee verschillende soorten interactie worden beschouwd dan zijn de elementen die tegelijk van de eerste en tweede omgeving deel uitmaken ipso facto ook deel van de omgeving absoluut genomen, 3) een leeg systeem heeft geen actieve of passieve omgeving, 4) de actieve of passieve omgeving van de actieve of passieve omgeving is zelf actieve of passieve omgeving in zoverre de causaliteit transitief is (zo men een niet transitieve causaliteit gebruikt, kan men de omgeving door de verklaringsrelatie omschrijven. De tweede bepaling van omgeving eist dat de kritische variabelen zelf al een metrische ruimte vormen. Daarom stellen wij het gebruik ervan uit. Als men een element als *oorzaak* beschouwt kan men als omgeving ervan bepalen alle elementen die het hebben geproduceerd gevoegd bij alle elementen die erdoor werden geproduceerd (we veronderstellen dat de productierelatie kan worden opgebouwd op basis van 'onmiddellijke' productierelaties). Weer is een element gedeeltelijk geproduceerd door zichzelf (een paradoxale eigenschap). De intersecties van geproduceerde elementen zijn geproduceerd; de intersecties van producerende elementen produceren niet. Een leeg element produceert niet en is niet geproduceerd. Wat producerende elementen produceert, produceert (zij het niet onmiddellijk). Als een element aan wetten wordt onderworpen (m.a.w. als behorend tot natuurlijke soorten) dan zijn alle elementen die aan gedeeltelijk dezelfde wetten zijn onderworpen, leden van zijn omgeving. We laten na de eigenschappen te verifiëren. Er doen zich moeilijkheden voor bij de lege elementen, zowel als bij de vierde eigenschap, maar zij kunnen worden overwonnen door de bepaling van omgeving te versterken. Door wat voorafgaat zien we dat de totaliteit een topologische ruimte is. Het zou systematisch goed zijn die eigenschap ook af te leiden uit de bepaling van totaliteit (als het ene, maximale, zichzelf verklarende object) zonder op de steeds bediscussieerbare bepalingen van bestaan beroep te doen. Men zou dan ofwel kunnen vertrekken uit de deel-geheel relatie, ofwel uit de verklaringsrelatie, ofwel uit wording, ofwel uit stabiliteit.

27.c. Het heelal is een Hausdorff-ruimte (zie appendix).

27.d. Het heelal is een paracompacte ruimte.

Bij bepaling betekent dit dat de totaliteit kan worden overdekt door een aftelbaar oneindige (of, sterker, eindige) verzameling van omgevingen die disjunct zijn en waarvan de unie alle elementen van de totaliteit bevat.

Deze eigenschap schijnt paradoxaal omdat ons heelal zo'n sterk infinitistisch karakter heeft. Als het heelal een aftelbaar oneindige hiërarchie van lagen heeft,

- die
ieder op zichzelf aftelbaar oneindig kunnen worden geordend, geldt echter de eigenschap. Nu zijn de omgevingen ofwel systeemomgevingen, ofwel oorzaaksomgevingen, ofwel wetsomgevingen, ofwel mereologische ofwel verklaringsomgevingen. De eigenschap volgt uit de eigenschap van ordening voor
die verschillende relaties (intuïtief: iedere omgeving kan zo sterk oneindig zijn dat
slechts een aftelbaar oneindige reeks ervan nodig is).
- 27.e. Het heelal is een metrische ruimte.
Een verzameling is een metrische ruimte als voor ieder paar elementen een afstand
kan worden bepaald (met als eigenschappen: $d(xx)=0$; $d(xy)=d(yx)$; $d(xy)+d(yz) \geq d(xz)$).
Het perfect kosmologisch beginsel eist dat ieder deel ieder ander deel verklaart.
De
orde waarin deze verklaringen gebeuren is echter individueel verschillend voor ieder element. Laat met ieder element de oneindige verklaringsreeks die ervoor karakteristiek is overeenkomen. Bepaal de afstand door het aantal malen in een initiaal fragment dat dezelfde elementen in twee reeksen in omgekeerde orde voorkomen. De drie eigenschappen zijn dan gerealiseerd.
Analoge, maar verschillende bewijzen kunnen worden geconstrueerd vanuit andere
grondbegrippen (systeem, oorzaak, wet, deel-geheel, enz.).
- 27.f. Het heelal is een differentieerbare variëteit. Om deze eigenschap te bespreken kunnen we een drastische vereenvoudiging invoeren. We kunnen de totaliteit (waarvan wij menen dat zij een topologische, compacte, metrische ruimte is) die echter - voor zover we weten - willekeurige, lokaal variabele krommingsgraden kan
hebben zoals inderdaad het geval is voor de Einstein-riemanniaanse ruimte) voorstellen als een k -dimensionale euclidische ruimte. Dit drukt
geen overtuiging uit. Integendeel, wij geloven dat uit de *manier* waarop omgevingen, beleggingen en afstanden ingevoerd zijn, *volgt* (25.e.) dat de totaliteit een riemanniaanse ruimte is. De geometrische begrippen die op metafysische basis werden ingevoerd volgen immers de inhoudelijke verklaringsstructuur van de werkelijkheid die -niettegenstaande het perfect kosmologisch beginsel - niet uniform hoeft te zijn en waarschijnlijk zelfs niet kan zijn. Echter het is een bekende eigenschap dat iedere riemanniaanse ruimte infinitesimaal-lokaal euclidisch is. We mogen dus wel niet definitief, maar toch voorlopig, overgaan tot de euclidische simplificatie. Definitief mag dit echter niet omdat een metafysica zich juist essentieel interesseert voor de niet lokale, maar globale eigenschappen van de werkelijkheid.
In eerste benadering - om de zojuist vermelde redenen - kunnen we echter wel de k -dimensionale euclidische ruimte als model gebruiken. Als U en V deelverzamelingen van R^k zijn. Een afbeelding f van U op V is *glad* als voor iedere u in U , een omgeving $O(u)$ bestaat (een omgeving is een open verzameling, die dus haar grens niet insluit) die glad kan worden afgebeeld op V . Een afbeelding is glad als al haar partiële afgeleiden $\partial^i f / \partial u_1 \dots \partial u_n$ bestaan en continu zijn. Een afbeelding is een diffeomorfisme als het een homomorfisme is,

en als zowel f als f^l glad zijn.

Differentiële topologie is de studie van eigenschappen die invariant blijven onder diffeomorfismen (zoals topologie de studie is van eigenschappen invariant onder bicontinue afbeeldingen).

De totaliteit bestaat uit verzamelingen die glad op elkaar kunnen worden afgebeeld,

behalve op kritische punten die een verzameling van maat zero uitmaken. Dit kan worden afgeleid uit haar causaal, systematisch en wetmatig karakter, maar ook uit

haar zelfverklarend karakter. Als men van een verklaringsbeginsel naar een verklaringsbeginsel in de omgeving ervan overgaat zal de specifieke

verklaringssequentie van de tweede continu van die van de eerste afhangen.

Daarom zal de verklaringsrelatie partiële afgeleiden van alle orde hebben en als afbeeldingsrelatie die glad is kunnen worden gebruikt. Analoge opmerkingen gelden voor oorzaken en wetten. Of infinitesimaal verschillende systemen echter ook slechts infinitesimaal verschillen is niet zeker.

We gaan niet verder in deze richting. Later zullen we met Vitale, Marmo, Chillingworth, Ellis-Hawking (e.a.) het verband kunnen zien tussen symmetrieën en topologische stellingen. Hier willen we die convergentie enkel voorbereiden.

We merken bovendien nog op

a. dat werkelijkheid relatieve stabiliteit veronderstelt en dat stabiliteit een continuïteitseigenschap is. Kleine verschillen in oorzaken mogen slechts kleine verschillen in gevolgen hebben; stabiele systemen dempen zelfs de impact van oorzaken; continue systemen houden de intensiteit ervan gelijk. Stabiliteit en continuïteit liggen in elkaars verlengde.

b. dat stabiliteit en groepen verbonden zijn: storingen worden gecompenseerd zodat operaties steeds hun inversen hebben; alle storingen zijn vrij combineerbaar als compensatie maximaal mogelijk is. In het algemeen is een groep storingen niet commutatief (de compensaties zijn specifiek).

c. dat topologische groepen continuïteit en groepseigenschappen verbinden (de Lie-groepen zijn topologische groepen).

Als $ab=c$, dan $O(a)O(b)=O(c)$; als $a=b^{-1}$, dan $O(a)=O(b^{-1})$. $a(bc)=(ab)c \rightarrow Oa(ObOc)=(OaOb)Oc$. $O(e)=e(?)$

d. dat als de totaliteit een differentieerbare menigvuldigheid is en ze invariant is onder zekere groepen, ze ook invariant is onder topologische groepen.

Nota (!) Men weet dat de bedoeling van dit werk is een zo sterk mogelijk uitgebouwd (en toch ook niet té sterk uitgebouwd) wereldbeeld vanuit metafysische grondslag te geven. In ons eerste deel toonden we voor verschillende wetenschappen hun afleidbaarheid uit invariantiebeginselen. In het tweede deel onderzochten we oorsprongen; in het derde deel toonden we vormen van kosmologische deductie; in dit vierde deel brengen wij de verschillende trends samen.

We moeten systematisch de relaties zoeken tussen symmetrie-eigenschappen en geometrische karakteristieken in één van de vier volgende richtingen.

- Topologische eigenschappen impliceren invariantie eigenschappen.
- Invariantie eigenschappen impliceren topologische eigenschappen.
- Invariantie eigenschappen, samengenomen met topologische eigenschappen impliceren globale eigenschappen van de totaliteit.
- Globale eigenschappen van de totaliteit impliceren invariantievormen en

topologische eigenschappen.

28. In de vorige 27 punten van deze voorlopige metafysica werd slechts eenmaal naar waarden verwezen. De reden daarvoor is duidelijk: we willen vooral de hoofdtrekken van de werkelijkheid beschrijven en verklaren. Waardering en actie komen slechts in de tweede plaats. Toch pleiten twee overwegingen voor het verband dat we tot nu toe hebben verzwegen.

a. David Birkhoff, voortzetter in de algemene dynamica van Poincaré's werk, heeft ook een wiskundige esthetica voorgesteld. Ze is sterk bediscussieerd en stuit bij concrete toepassing op zeer veel hinderpalen. Toch lijkt ze iets dieps te treffen; schoonheid zou bij figuren, Chinese vazen, muzikale partituren steeds functie zijn van twee variabelen: de graad van complexiteit en de graad van integratie. Hoe $S=f(C,I)$? Welke macht van C , welke macht van I , welke meetprocedures voor C en I en welke vorm f heeft wordt opengelaten.

b. De informatietheoretische esthetica van Moles en Bense laat schoonheid afhangen van informatiekwantiteit en redundantie $S=f(Qi,R)$. Opvallend is hoe Birkhoffs C met QI , en Birkhoffs I met R overeenkomt. Weer doen enorm veel moeilijkheden zich voor in toepassingen. Maar weer wordt iets essentieel getroffen.

Als we een ogenblik veronderstellen dat die twee aanzetten niet volledig misleiden, merken we onmiddellijk op dat er correspondentie bestaat tussen onze symmetrieën en de vormen van integratie - Birkhoff - en redundantie - Bense-Moles - zowel als tussen onze asymmetrieën (wording, symmetriebreuken) en de informatiekwantiteit zowel als de complexiteit. Ons centraal probleem is de deductie van de combinatie van symmetrie en asymmetrie die de werkelijkheid kenmerkt, juist zoals het centraal probleem van de esthetica die we vermelden de weging van complexiteit en integratie is (in de wezensbepaling van schoonheid). We vormen dus de (gewaagde!) hypothese dat 1. de totaalwerkelijkheid het prototype van de schoonheid is en 2. een kunstwerk de realisatie is in begrensde en geselecteerd materiaal van de structuur van de totaalwerkelijkheid.

De hypothese schijnt extreem gewaagd. Toch vinden we een gedachte die op haar gelijkt bij Herman Weyl. Weyl heeft de groepentheorie in de kwantummechanica ingevoerd en het begrip 'ijk-symmetrie' geschapen dat een centrale rol speelt in de moderne wetenschap en in de symmetrietheorie die eraan ten grondslag ligt. Hij heeft in zijn algemeen werk over 'Symmetry' op p.5 gezegd "Symmetry is one idea by which man through the ages has tried to comprehend (!) and create order, beauty and perfection".⁴² Waardeperspectieven zijn hier evident. Hij noteert bovendien (p.3) dat de betekenis van symmetrie het verbindt met

schoonheid - basis van de esthetica,

totaliteit - basis van de metafysica,

harmonie - basis van de ethica,

evenwicht - basis van alle *drie* de transcendentale disciplines.

Wie dus - zoals wij - de totaalwerkelijkheid wil begrijpen vanuit symmetrie, wil ze begrijpen als perfect, ordelijk, evenwichtig, harmonieus en schoon. Dit lijkt diep middel-euws-scholastisch, na pythagorisch geweest te zijn. Hoe kan het radicale worden, de lelijkheid het kwaad, de dissonantie, de absurditeit en de radicale contingentie plaats vinden in zulke door waarden (en zelfs door klassieke waarden) beheerste wereld? Meer

⁴² Weyl

zelfs: hoe kan men ethiek, esthetiek en metafysiek nog scheiden in zulke onto-theologica (geliefd vijandbeeld van Heidegger en zijn volgelingen). Als de werkelijkheid perfecte waarderealitatie is, geeft ze dan nog wel kans voor waarde-ontdekking en -schepping? Omgekeerd, als ze volmaakt indifferent is, geeft ze dan nog wel enige basis in de werkelijkheid aan waarden? Het gevaar van een leibniziaanse theodicee dreigt. Toch bestaat tussen de waardeverbindingen

συν-ισΤημι : samen-plaatsen, stellen (oorsprong van systeem)

συν-μεΤρια : samen-meten, commensurabel maken (oorsprong van symmetrie) een duidelijk verband dat men terugvindt in alle tijden (de klassieke gouden snede is slechts een speciale incarnatie van de band tussen deel en geheel - de systematiciteit én symmetrie - door de relatie tussen geheel en grootste deel *gelijk te stellen* aan de relatie tussen grootste deel en kleinste deel; Le Corbusiers modulator is een analogie, maar meer antropocentrische poging om de proporties van gebouwen tot veelvouden te maken van het menselijk lichaam. Veralgemeningen van deze ideeën liggen voor de hand. Tussen systeem en symmetrie bestaat fundamenteel verband zowel in de werkelijkheid als in de waardewereld (waardoor trouwens de verwantschap van de twee - in al hun verschil - toch blijkt).

Aristoteles' ethiek en Galenus' geneeskunde, zowel als Hegels dialectiek en Nicolai Hartmanns ethiek (beiden diep door Aristoteles beïnvloed) passen deze ideeën toe.

In Weyls *Philosophie der Naturwissenschaft* ⁴³ wordt de verhouding tussen vorm en wet onderzocht.

Hij komt tot twee resultaten die we onderschrijven.

- a. Als gelijksoortige systemen op elkaar krachten uitoefenen die één unieke en stabiele evenwichtstoestand ten gevolge hebben dan moet die verzameling in evenwicht een regulier puntensysteem vormen (i.o. een Gestalt met bepaalde symmetrieën vormen).
- b. Gestalten verschijnen als de interactiewetten der systemen directe oplossingen met periodische (eenvoudig symmetrisch) en statistische (globaal symmetrisch) eigenschappen toelaten.

H. Weyl leidt de Gestalt der concrete systemen (en haar symmetrieën, waarbij ook die van de kosmos horen) uit de dynamische wetten af (wat de normale gang van zaken is). Wij zouden ook omgekeerd de dynamische wetten uit de Gestalt van de totaliteit willen afleiden.

Weyls wijsbegeerte blijft zelf te kantiaans om tot een ontologische natuurfilosofie bij te dragen. Toch heeft hij de wezenlijke elementen ervan aangebracht.

Bovendien resigneert Weyl zich de vage, Grieks-wijsgerige achtergrond van de symmetriegedachte (en haar verbondenheid met waarden) te verliezen als hij de werkelijkheid als gekarakteriseerd door Lie- of Poincaré- of Galilei-groepen beschrijft. Wij menen ons daarbij niet neer te kunnen en te moeten liggen. In de precieze vorm van groepen- en invariantentheorie verdwijnen de verwijzingen naar totaliteit (deel-geheel: mereologie), naar orde (toeval-regelmaat: statistiek), stabiliteit (algemene dynamica) en schoonheid (algemene esthetica) niet. Onze *gok* is zowel de abstractie mee te maken als het verband dat groepen met ornamenten verbindt ook in de meest algemene context te behouden.

Eens men inziet dat de poging om een zichzelf verklarende realiteit te vatten in waardetermen leidt naar een zichzelf rechtvaardigende realiteit, blijkt het nodig

- kwaad, lelijkheid, absurditeit, toevalligheid in dit geheel in te bouwen (diverse klassieke

⁴³ Weyl, pp.146-147.

theodiceën staan model),

- maar ook om naast dit totaliteitsbeeld gebaseerd op het zijn, de natuur en de wetmatigheid ook een totaliteitsbeeld te stellen gebaseerd op de geschiedenis. Dit verschilt nog van het totaliteitsbeeld gebaseerd op het worden waarover vroeger sprake.

Heeft het heelal een zin?

- a. *Dient* het voor iets erbinnen of erbuiten?

Erbinnen zou het dan de bewuste soorten, of de levende soorten kunnen mogelijk maken en bij vernieling, herscheppen. Dan zou het als geheel een doelgericht systeem moeten zijn; niet op 1 soort, op n soorten; niet op 1 waardesysteem, op n waardesystemen gericht.

- b. Gaat het ergens heen? *Richting*

- c. Heeft het een verborgen *betekenis*?

- d. Heeft het intrinsieke waarde?

Indien het alleen invariant zou zijn, dan ware het een zinloze herhaling.

Indien het alleen verandering zou zijn, dan ware het een zinloze vernietiging.

Maar het is de *twee*. Zijn en worden. Redundantie en informatie. Het heelal heeft een niet menselijke schoonheid, waar de mens zich door zich te overstijgen bewust van kan

worden.

- e. Geen theïsme, geen pantheïsme, geen panentheïsme, geen toeval. Het is noch toevallig, noch doelmatig, maar het enige mogelijke *stabiele* (1) *veroorzaken* (2).

(1) en (2) samen hebben waarde en betekenis maar dienen voor niets en gaan nergens

heen. De natuurfilosofie zoals hier uitgewerkt is nodig om als fundament hiervoor te dienen.

29. *Totaliteit en geschiedenis*

Eens we ons met waarden en waardesystemen bezighouden is een globale geschiedenis van de mensheid, de collectieve waarde-ontdekker, nodig om de verschillende waardesystemen in te schatten. De verschillende natuurmodellen en cultuurmodellen zijn niet alleen omvattende kaders waarbinnen de mensheid zich situeert, maar ook - complementair - episoden in de ontwikkeling van de menselijke cultuur. Dit is weliswaar slechts een doel van de waarheid, maar het is ook de waarheid. Als aan de ene kant een niet reductionistische systeemtheorie de 'globalisator' is, dan moet aan de andere kant een niet reductionistische geschiedenis ook totalisator zijn. De twee moeten wederzijds elkaars fascinatie breken.

Vanuit zo een totale geschiedenis alleen kan men uitgaan om de rol die verschillende partiële geschiedenissen in de menselijke ontwikkeling spelen te waarderen. Cruciale perioden zijn zeker de hominisie, de ontdekking van de landbouw, de steden, de industriële revoluties, de verschillende productievormen, de wetenschappelijke revoluties en de religieuze revoluties. Misschien bestaan er deelgeschiedenissen die symbolen van de totale mensheidsgeschiedenis zijn en die mensheidsgeschiedenis universeel beïnvloeden terwijl ze historisch zelfverklarend zijn (we herkennen een idee die in de theorie van de natuurtotaliteit ook al een rol speelde).

De eigen specificiteit van de mensheidsgeschiedenis neergelegd in objecten en teksten met betekenis (technisch en cultureel) moet worden vergeleken met de natuurgeschiedenis. De twee 'geschiedenissen' bestaan.

Drie belangrijke opties zijn vereist

- voor of tegen de primordialiteit van de geschiedenis,

- voor of tegen de onvergelykbaarheid van natuur en mensengeschiedenis,
 - relatie tussen een metafysica van het worden (de verandering) en de geschiedenis.
- Men kan zich afvragen of de specificiteit van de mensheidsgeschiedenis gedeeltelijk of volledig toevallig (contingent) is. In zoverre is ze dan in beginsel onbegrijpelijk. Tenzij men zich tevreden stelt met een verklaring van zekere toevallen door andere toevallen (en dus met relatieve verklaringen genoeg neemt) of de geschiedenis zelf als een zichzelf verklarende contingentie (of zelfs het prototype van de zichzelf verklarende contingentie - de marxistische zichzelf producerende soort -) opvat.

Dezelfde vraag kan men ook stellen voor de theorie van de verandering in het algemeen. Een a priori theorie van de verandering is mogelijk (zelfs al zal ze de inhoud van de verandering niet volledig kunnen noch mogen verklaren).

Om een verandering te kunnen denken (of men dat begrip expliciet of impliciet bepaalt) moet men een toestand kunnen denken, waarin *individuen* bepaalde *eigenschappen* hebben en tot elkaar in *relatie* staan. Vroeger zagen we reeds dat een verandering noodzakelijk één of meer invarianten moet hebben. Indien *alle* predikaten en relaties zouden veranderen, dan hadden we een contradictie: een verandering die zelfs geen verandering meer zou zijn. Het is een open probleem of er universele invarianten en universele variabelen bestaan. Het is ook een open probleem of er soorten/types veranderingen bestaan waarvoor zekere invarianten noodzakelijk zijn zonder dat deze invarianten universeel zijn. Als alle veranderingen zeker partiële invarianten hebben (deels hogere-orde invarianten, deels partiële objecten of/en eigenschappen: de twee zijn nodig) zou men omgekeerd ook kunnen stellen dat alle onveranderlijken ook variaties impliceren: invariant zijn betekent duren en duren veronderstelt ook externe, of hogere en lagere-orde variaties. Deze opmerkingen zijn ook nog veel te algemeen. We moeten ze zó ontwikkelen dat we absolute stellingen bereiken over relaties tussen soorten veranderingen en soorten invarianten. Misschien kan hier zowel de logica van de tijd (Van Benthem), als het invariantenprobleem in de modellentheorie (Lars Soenonuis) worden gebruikt.

In zo een algemene theorie van de verandering kunnen veranderingen van object of omgeving (bewegingen tegenover coördinatentransformaties), reversibele en irreversibele veranderingen, veranderingen met $V^n = I$ (rotaties) en met $V^n \neq I$ (voor alle n) (verplaatsingen) aan elkaar tegengesteld worden. In zo een algemene theorie van de verandering moeten afbeelden van veranderingen op elkaar, van systemen op elkaar, van systemen op veranderingen (en omgekeerd) worden bestudeerd. De algemene theorie van de verandering gaat echter weer duidelijk in de richting van een algemene theorie van de totaliteit. Tenslotte volgt uit onze theorie van de totaliteit dat de totaliteit noodzakelijk verandert (anders zou ze niet bestaan - in de drie basisbetekenissen - met één en veel zijn, met een zijn en niet zelf verklarend zijn).

Het essentieel moeilijke is een algemene theorie van de verandering te ontwikkelen die niet alleen uit trivialiteiten bestaat. De tweede moeilijkheid is een algemene theorie van de geschiedenis te ontwikkelen tegelijk verwant met en verschillend van de algemene theorie van de verandering.

Symmetrieën zijn n -adische relaties van willekeurige orde, onveranderlijk onder transformaties van relaties van lagere-orde of van lagere typen. Ze hebben dus een natuurlijke plaats in de theorie van de verandering. Maar wat zijn symmetrieën in de geschiedenis? Op die vraag kunnen we alleen antwoord geven als we tot de symmetrie in de menswetenschappen zijn gekomen.

Een systeem is een veranderd object waarvan de veranderingen zekere invarianten noodzakelijk, binnen grenzen, invariant houden. De theorie der relaties tussen verande-

ring en invariantie leidt dus tot de theorie der systemen. De theorie der relaties tussen processen die elkaar noodzakelijk voorgaan, volgen of begeleiden wordt het algemeen deel van een theorie der geschiedenis als die processen doelgerichte processen zijn, of interacties van doelgerichte met niet doelgerichte processen.

De neiging bestaat voortdurend om historie tot proces, proces tot historie, proces tot systeem of systeem tot proces te herleiden. In onze visie op de totaliteit kan dat niet. Maar we moeten het deel van onze metafysica dat leven en mensheid betreft nog verder ontwikkelen voor we daar überhaupt meer over kunnen zeggen.

30. *Totaliteit en holisme*

a. In de paragrafen 25-26 hebben wij de algemene symmetrie- en invariantiegedachte (in verband gebracht met een theorie van de totaliteit) beginnen toepassen op waarden, verandering en geschiedenis. Wij gaan nu deze eerste schets van een theorie van de totaliteit besluiten door met Hans Primas te tonen dat de moderne kwantummechanica volgt.

Het metafysische belang van de kwantummechanica kan worden duidelijk gemaakt door een voorafgaande redenering. We zetten die eerst uiteen.

Laten we een verzameling systemen beschouwen. Hun eigenschappen hangen af van

1. de systemen waarmee ze interageren,
2. hoe deze interacties verlopen,
3. onder welke voorwaarden deze interacties stabiel eindigen.

Hetzelfde kan worden gezegd over hun subsystemen (1'-2'-3') en over de interacties van de

substelsysteeminteracties met de systeeminteracties.

Als de systemen volledig stabiel zijn worden ze door geen enkele interactie gewijzigd. De

interacties kunnen dus in een willekeurige volgorde verlopen.

Als de systemen (per impossibele) volledig instabiel zijn worden ze door iedere interactie vermeld. Triviaal is dan weer de volgorde van de interacties.

Veronderstel echter dat de systemen partieel instabiel zijn zodat sommige interacties destabiliseren en andere met (a) en sommige destabiliserende interacties door andere kunnen worden gecompenseerd (b). In dat laatste geval is de volgorde van de interacties niet willekeurig. Als interacties worden voorgesteld door operatoren zijn in dat geval deze

operatoren niet commutatief.

Als het heelal één is, en subsystemen heeft (twee oordelen die noodzakelijk waar zijn) dan

moeten de deelsystemen van het heelal partieel instabiel zijn, volledige stabiliteit zou de eenheid van de werkelijkheid opheffen, de totale instabiliteit zou de autonomie van de deelsystemen totaal uitschakelen. Dus moeten *in het algemeen* de interactieoperatoren niet

commutatief zijn.

De graad van stabiliteit van een systeem kan worden opgevoerd door de instabiliteit van deelsystemen: als externe storingen interne relaties hebben verstoord kan het opheffen van

deelsystemen soms de relaties herstellen.

Wat hierboven werd afgeleid uit algemene metafysica geeft aan de totaliteit een kwantummechanisch karakter.

Nog op een andere manier kan een relatie worden gelegd tussen totaliteit en kwantummechanica. Veronderstel dat onzekerheidsbeginselen gelden voor het initiaal

heelal. Dat betekent dat voor geconjugeerde variabelen de waarden niet precies samen

kunnen worden vastgelegd maar systematisch een onzekerheid zullen vertonen. Deze onzekerheid schept echter dadelijk een bol-symmetrie: variabele x zal, in n dimensies, waarden hebben die zich spreiden op een n -dimensionale bol rond een centrum (er is geen

reden waarom in een dimensie de onzekerheid groter zou zijn dan in een andere). Een punt-

heelal (beste model van een 'initiaal' heelal) komt neer op een homogene en isotrope sferische bol, het Robertson-Walker heelal is juist zulk een structuur.

Deze opmerking is vooral belangrijk als de niet commutativiteit der interactieoperatoren ook direct, op metafysische basis, in verband kan worden gebracht met het onzekerheidsbeginsel.

Laat een meting een interactie zijn die niet commutatief is met de meting van een geconjugeerde variabele. Iedere causale interactie komt metafysisch overeen met een door

de werkelijkheid uitgevoerde meting: in die causale interacties spelen alle variabelen tegelijk een rol. Toch kunnen ze door de niet commutativiteit dat eigenlijk niet doen. Ze moeten allen eigenlijk een veelheid van concrete waarden vertonen en eigenlijk door superposities van toestanden interageren. Uit de niet commutativiteit der interacties volgt het onzekerheidsbeginsel. Dus uit de niet-commutativiteit volgt de globale homogeniteit en

symmetrie. Een metafysische basis voor een aspect van de natuurkunde, en tegelijk voor een aspect van de kosmologie kan dus worden gevonden. Het kwantumkarakter van de werkelijkheid is dus objectief. Het is niet gebonden aan organismen observaties, metingen

of vragen.

In wat volgt zullen we deze verbindingen trachten uit te werken.

In eerste instantie kan een formele opmerking worden gemaakt. Een universum dat bestaat

uit delen georganiseerd op verschillende lagen moet invariant zijn onder reeksen permutaties op ieder van die lagen. De symmetrische groep S_n (alle permutaties van n objecten op (n variabel)) moet dus op de verschillende lagen van toepassing zijn. Typisch voor de kwantummechanica is dat voor systemen van hetzelfde type de volledige symmetrische groep S_n vanaf zekere elementaire lagen van toepassing is. Dit opent een probleem: kan men van inzicht in de totaliteit van de werkelijkheid afleiden hoe de relaties

zijn tussen de S_n groepen waaronder de verschillende lagen invariant zijn. Ze *moeten* toepasbaar zijn op de verschillende lagen omdat iedere laag de totaliteit op haar manier uitdrukt en uit de invarianties van de totaliteit dus ook een partiële invariantie van de laag moet volgen.

Deze opmerking stelt een vraag maar geeft geen argument voor het metafysisch fundamenteel karakter van de kwantummechanica.

Hans Primas maakt in *Chemistry quantum mechanics and reductionism* het onderscheid tussen scheidbare en verweven systemen.⁴⁴ Voor een scheidbaar systeem worden de toestanden van het totale systeem bepaald door de toestanden van de subsystemen ervan. Niet scheidbare systemen zijn holistische systemen.

⁴⁴ Primas, p.294.

Men moet er rekening mee houden dat een systeem op meer dan één manier in subsystemen kan worden opgedeeld. Dit kan verticaal of horizontaal tot multipliciteit aanleiding geven. Op verschillende lagen van analyse kan de opdeling een andere zijn en bovendien kan voor één gegeven laag meer dan één opdeling natuurlijk blijken. Een systeem is volledig scheidbaar (of opsplitsbaar) als in iedere opdeling de volledige toestand van het systeem volgt uit de volledige toestand van de delen in die opdeling.

Volledige opsplitsbaarheid verzwakt tot partiële opsplitsbaarheid als de determinatie van het geheel door de delen slechts geldt voor zekere opdelingen. Semi-opsplitsbaarheid ligt voor als slechts zekere eigenschappen van het geheel zijn bepaald door die van de delen terwijl andere vrij blijven.

De eenheid van de totaliteit die vroeger werd besproken heeft tot gevolg dat die totaliteit een niet opsplitsbaar systeem is. Dit heeft belangrijke gevolgen: in de klassieke mechanica bijvoorbeeld zijn alle systemen noodzakelijk opsplitsbaar; in de gevorderde kwantummechanica zijn zekere systemen opsplitsbaar en andere niet; zekere eigenschappen van gehelen volgen uit eigenschappen van de delen, andere niet.

Systemen kunnen echter op vele manieren niet opsplitsbaar zijn. Zoals uit de Einstein-Podolsky-Rosen stelling volgt is de eerste kwantummechanica onopsplitsbaar omdat ze verweven is ('verschränkt' volgens Schrödingers term). Als twee systemen S_1 en S_2 met elkaar in causale interactie zijn geweest zullen ze steeds, zelfs al houdt deze interactie op, en bevinden ze zich op willekeurig grote afstand, met elkaar gecorreleerd blijven (zodat een inwerking op het eerste systeem gevolgen zal hebben voor het tweede). Verweven systemen zijn historische systemen (in de zin van ondergaan invloed van wat hen overkwam in hun verleden, een invloed die niet te herleiden is tot hun momentane toestand). Het heelal zou een niet opsplitsbare totaliteit kunnen zijn zonder op die manier een historisch systeem te zijn, en zonder zijn onopsplitsbaarheid te danken te hebben aan de blijvende sporen van causale interactie in het verleden. Holistische systemen zijn denkbaar waarvan de onherleidbaarheid volgt uit de synchronische structuur. Dit is zeker het geval voor psychische en sociale systemen.

In wat voorafging werd de eenheid van totaliteit uitgedrukt door het feit dat de eigenschappen van het geheel niet zijn bepaald door de eigenschappen van de delen. Wij kunnen ook in omgekeerde richting denken: een systeem zal holistisch heten als de eigenschappen van de gehelen de eigenschappen van de delen bepalen. Dit kan weer volledig of gedeeltelijk gebeuren.

Deze omschrijving heeft een paradoxaal gevolg: het is logisch mogelijk dat een systeem tegelijk holistisch en opsplitsbaar is. D.w.z. de eigenschappen van het geheel bepalen volledig de eigenschappen van de delen en omgekeerd, de eigenschappen van de delen bepalen volledig de eigenschappen van het geheel. In feite echter is de totaliteit van alles wat is slechts gedeeltelijk holistisch en slechts gedeeltelijk opsplitsbaar.

De totaliteit moet subsystemen kunnen hebben. Subsystemen zijn delen die hoofdzakelijk worden bepaald door hun interne toestanden. Indien alle eigenschappen van subsystemen van de totaliteit even sterk zouden afhangen zouden ze hun relatieve autonomie volledig verliezen. Dit zou de totaliteit als totaliteit van reële zijnden zelf opheffen. Dus mag de totaliteit niet volledig holistisch zijn. Aan de andere kant mag ze ook niet volledig opsplitsbaar zijn (anders zou ze haar eenheid verliezen). We kunnen slechts reële objecten in een holistische wereld herkennen⁴⁵ doordat we met reële systemen interacties kunnen omgaan die slechts delen van hun eigenschappen betreffen die allen compatibel

⁴⁵ Primas, pp.324-325.

zijn, waarvan de waarden tezamen experimenteel kunnen worden vastgelegd. De werkelijkheid is zó dat men er die ? fragmentarisch in kan uitsnijden die voldoende zwak van de totaliteit afhangen om ons toe te laten ze als gesloten systemen te behandelen. Een ‘context’ wordt gekarakteriseerd door een extern systeem (het ‘observatiesysteem’) dat in interactie komt met het bestudeerd object volgens zulk een patroon dat een deel van de universele interacties van het object met de totaliteit niet ‘storen’, niet ‘relevant’ zijn (d.w.z; weinig of slechts volgens bepaalde modaliteiten impact hebben). In tegenstelling tot Primas (“A point of view is characterized by a deliberate lack of interest which breaks the holistic unity of nature”⁴⁶) zien wij, vanuit onze metafysica, deze holistische eenheid juist gedeeltelijk gereveleerd door de verschillende manieren waarop we ze kunnen opdelen. De contexten kunnen echter niet in één meta-context worden verzameld; verschillende opdelingen kunnen niet tegelijk worden uitgevoerd; verschillende experimenten zijn niet samen op hetzelfde systeem realiseerbaar. Hoe we opdelen hangt van ons af; dat we deze en gene fragmenten krijgen en wat hun eigenschappen zijn hangt van de werkelijkheid af; dat we kunnen opdelen hangt ook van de werkelijkheid af.

Een totaliteit die een is, en die toch (als men er op bepaalde manieren mee interageert) subsystemen doet verschijnen die echter niet *buiten* deze interactie realiteit hebben, is een eenheid die wel geen veelheid bevat, of uit een veelheid is opgebouwd maar zich onder voorwaarden in een veelheid manifesteert. *Dat de werkelijkheid een totaliteit is impliceert dat zekere van de eigenschappen van deelsystemen complementair zijn met elkaar, als deelsystemen mogelijk zijn!*

Niels Bohr had hierin gelijk dat de complementariteitsgedachte kwantummechanica ver te boven gaat. Ze volgt uit de dialectiek van het één en het vele (die onvermijdelijk is in iedere totale werkelijkheid). Dit is een zeer belangrijk resultaat. Deze interrelatie moet nog verder worden ontleed. Voor we dat doen moeten we nog onderstrepen dat de werkelijkheid ook een eenheid is in de tijd. Determinisme is een opsplitsing van de reeks der toestanden van een systeem waardoor van de eigenschappen op de verschillende ogenblikken de globale eigenschappen van de ontwikkeling (de tijdstotaliteit) volgt. Als ook in de tijd het heelal een eenheid is kan dit niet het geval zijn. Het klassiek determinisme is zelfs een extreem geval van reductionisme (de totale geschiedenis volgt uit de toestand op een ogenblik). Vermits zelfs een veel zwakker reductionisme niet waar kan zijn, kan dit extreem geval zeker niet gelden.

c. De vorige paragraaf leidt tot een dubbel besluit.

1. De totaliteit moet een structuur hebben die impliceert dat ze niet opsplitsbaar is (anders was haar eenheid niet gewaarborgd).
2. De totaliteit moet op verschillende manieren zo kunnen worden opgedeeld dat sommige van haar delen als onafhankelijke subsystemen kunnen worden gedacht (zijn ‘robuuste’ subsystemen).

Dit dubbel besluit staat toe vrij precieze aanduidingen te geven over basiswetten waaraan de werkelijkheid moet voldoen. Het centraal uitgangspunt is “Observable phenomena are created by abstracting from some Einstein-Podolsky-Rosen correlations. Using different abstractions one observes different phenomena. Each abstraction creates its own reality. This concept of reality is objective since it is intersubjective”⁴⁷. We volgen Primas, behalve wanneer we aangeven dat wij van hem afwijken.

Oordelen drukken eigenschappen van systemen uit (geen resultaten van experimenten of eigenschappen van observabelen). Met iedere eigenschap f komt een oordeel F overeen

⁴⁶ Primas, p.325.

⁴⁷ Primas, p.253.

dat waar is voor het systeem s_i als f een eigenschap is van S_i en vals voor S_i als f geen eigenschap is van S_i als f geen eigenschap is van S_i .

Ieder oordeel is niet ofwel waar ofwel vals. Dit volgt uit de eenheid van de werkelijkheid. De subsystemen S_i bestaan slechts in zekere, causaal reële interacties. Die interacties laten niet steeds toe voor iedere eigenschap uit te maken of S_i f heeft of niet. Deze legitimatie van het vals zijn van het tertum non datur sluit in dat oordelen over de totaliteit *wel* steeds waar of vals zijn.

Als wanneer de eigenschap f bestaat, de eigenschap g bestaat, dan impliceert f, g . $F \leq G$ is dan waar. $F \leq G = (\text{bep})$. 'F is waar' impliceert 'G is waar'.

Een eigenschap die door geen enkele andere eigenschap van een systeem wordt geïmpliceerd is atomair. Het oordeel dat een atomaire eigenschap uitdrukt is geen atoom. Intuïtief mogen we vermoeden dat een totaliteitsmetafysica geen atomaire eigenschappen mag toelaten. Hier komen we nog later op terug. Met ieder oordeel 'F' komt een oordeel 'g' overeen dat vals is als F waar is en waar als F vals is.

Het heelal bestaat in de tijd: in die tijd ontwikkelt zich de toestand van het heelal volgens de dynamische wetten ervan. Tijdgebonden oordelen drukken de toestanden uit, tijdloze oordelen de wetten. De reductie van wetten tot toestanden en van toestanden tot wetten (waarover vroeger gesproken is) komt neer op de reductie van tijdgebonden tot tijdloze oordelen (of/en omgekeerd). De tijd moet als een eigenschap van de externe wereld worden begrepen (zijn is noodzakelijk - zoals we zagen - proces, en daarom *in* de tijd. Bovendien zijn de periodische evoluties die de totaliteit kenmerken als temporele invarianten ook klokken, in zoverre hun periode strikt invariant is). Het probleem van de tijd is echter intrinsiek, door dat van de actualiteit, verbonden met het probleem van het zijn (en we herinneren eraan dat we daarvoor geen duidelijke oplossing ter beschikking hebben) zie p. ...). Zonder tijd is causaliteit onmogelijk en zonder causaliteit is observatie onmogelijk. Maar tijd kan, evenmin als ruimte, een basiseigenschap zijn. Het onopgelost karakter van het tijdsprobleem drukt zich uit in het volgend raadsel: als de ruimte-tijd in een Lorentz-transformatie als eenheid wordt gezien dan zullen er incompatibiliteiten tussen meting van tijd en meting van andere eigenschappen zich voordoen. Holistische eigenschappen die eigenschappen van toestanden op verschillende ogenblikken verbinden zijn noodzakelijk. Ze werden echter tot nu toe niet geobserveerd. Een tijd die onderworpen wordt aan de restricties op alle relaties tussen deelprocessen (gevolg van de eenheid van de totaliteit) kan niet als ordenend parameter in een tijdslogica optreden. Toch hebben we zulke ordenende parameter nodig.

De oordelen die werden ingevoerd spreken over eigenschappen van individuele (1) en reële (2) systemen. De interpretatie is noch statistisch, noch epistemisch, maar individueel en ontisch.

De bedoeling van de uiteenzetting die volgt is de grondeigenschappen uit te drukken van een holistisch systeem, dat nochtans zo dicht bij een ontbindbaar systeem staat, dat het mogelijk is het bestaan en de kenbaarheid van subsystemen te bevestigen. Of dit de absoluut unieke oplossing van het vraagstuk is, kan niet worden bewezen.

Een 'tralie' is een partieel geordende verzameling ($\leq$) met een kleinste element (0) en een grootste (E), waarin ieder koppel elementen een supremum en een infimum heeft. Een tralie is volledig als iedere niet lege verzameling een supremum en een infimum heeft. $F \wedge G = \inf(F, G)$, $F \vee G = \sup(F, G)$, $0 = \wedge L$, $E = \vee L$ $F \leq G = (\text{bep})$ 'F $\wedge$ G = F' én 'F $\vee$ G = G'. Een tralie is eindig als het een eindig aantal elementen heeft.

Als voor een element $A \neq 0$ in L, uit $F \leq A$ ofwel $F = 0$ ofwel $F = A$ volgt, dan is A een atoom. Een tralie is atomair als ieder met zero element door een atoom geïmpliceerd wordt. Atoomvrije tralies hebben geen atomen. Sommige tralies zijn noch atoomvrij, noch

atomair.

Een tralie L is gecomplementeerd als voor iedere $F \in L$, een complement $G \in L$ bestaat, zó dat $FG=0$ en $F \vee G=E$. Een involutie is een afbeelding van F op F' waarvoor geldt dat $(F')'=F$, $(F \vee G)'=F' \wedge G'$ en $(F \wedge G)'=(F' \vee G')$. Een orthocomplementatie is een involutie van F op F' zodat F' een complement is van F . Een tralie L met orthocomplement heeft de volgende eigenschappen.

1. $\wedge$ en $\vee$ zijn commutatief: $F \vee G = G \vee F$ en $F \wedge G = G \wedge F$.
2. $\wedge$ en $\vee$ zijn associatief: $F \vee (G \vee H) = (F \vee G) \vee H$ en $F \wedge (G \wedge H) = (F \wedge G) \wedge H$.
3. De absorptiewet is waar voor $\wedge$ en $\vee$.
 $F \vee (G \wedge F) = F$ en $F \wedge (G \vee F) = F$.
4. $0 \vee F = F$ en $E \wedge F = F$.
5. $F = (F^+)^+$
 $F \leq G \rightarrow (G^+ \wedge F^+)$
 $F \wedge F^+ = 0$
 $F \vee F^+ = E$.

Twee elementen F en G van L zijn orthogonaal als

$$F \leq G^+ \text{ of } (F \leq G^+) \Leftrightarrow (G \leq F^+).$$

Twee elementen F en G vormen een modulair koppel als $(H \vee F) \wedge G = H \vee (F \wedge G)$ voor alle $H \leq G$.

Een tralie is modulair als alle paren van elementen modulaire paren zijn.

Een tralie is semi-modulair als uit de modulariteit van F en G die van G en F volgt.

Een orthocomplementaire tralie is orthomodulair als ieder orthogonaal koppel modulair is.

Een tralie L is distributief als $F \vee (G \wedge H) = (F \vee G) \wedge (F \vee H)$ (of $F \wedge (G \vee H) = (F \wedge G) \vee (F \wedge H)$).

Een orthocomplementaire distributieve tralie is booleaans. Iedere distributieve tralie is modulair, maar niet omgekeerd. Iedere booleaanse tralie is modulair, maar niet omgekeerd. De centrale eigenschap - globaal holisme en lokale ontbindbaarheid - wordt 'afgebeeld' in het feit dat er orthomodulaire tralies bestaan waarvoor globaal de distributiviteit niet waar is terwijl vele subtralies ervan booleaans zijn (want distributief). Twee elementen F, G van een orthomodulaire tralie zijn compatibel $C(F, G)$ als de subtralie gegenereerd door F, F^+, G, G^+ distributief is (d.w.z. $F = (F \wedge G) \vee (F \wedge G^+)$). In een booleaanse tralie zijn alle elementen wederzijds compatibel. De verzameling van alle elementen in een orthomodulaire tralie die compatibel zijn met ieder element ervan vormt het centrum van L . Ieder centrum is een booleaanse algebra.

We hebben - Primas volgend - de reeks van de bepalingen zuiver formeel gegeven. De interpretatie van de formele eigenschappen leidt tot nu toe aan grote verwarring. Ze is ofwel te formeel ofwel te empirisch. Men kan, zoals Foulis en Randall voorstelden, de empirische oordelen van een wetenschap (in casu kwantumlogica) als interpretatie nemen. Dat kan voor ons doel niet dienen omdat wij een individuele, ontische en metafysische interpretatie nodig hebben. Men kan zoals Natanabe erop wijzen dat de alledaagse taal en ons natuurlijk denken geen booleaanse algebra zijn. Dat is onbetwistbaar maar weer irrelevant voor ons omdat een adequate theorie van de totaalwerkelijkheid noch de structuur van de alledaagse taal, noch die van ons natuurlijk denken moet weerkaatsen. Men kan,

zoals Birkhoff en Neumann erop wijzen dat de gesloten subruimten van een Hilbert-ruimte een modulaire tralie vormen. Dat is een diep mathematisch feit, waarvan het principieel belang verzwakt wordt door het feit 1. dat zelfs (volgens J. Von Neuman) de kwantummechanica niet noodzakelijk de Hilbert-ruimte nodig heeft en 2. dat een theorie van de totaliteit zich zeker niet a priori tot de kwantummechanica kan beperken. Primas zelfs (na terecht de traditionele interpretaties te hebben afgewezen op pp. 211 tot 219 van zijn boek⁴⁸) zoekt weinig systematisch.

Wij zijn - door de natuur zelf van ons doel - gedwongen een ontologische interpretatie te geven. Wij hebben niet de minste reden hier breedvoerig op deze formalismen in te gaan indien we niet konden aantonen dat ze geheel of gedeeltelijk worden bepaald door het probleem van *deel en geheel, totaliteit en object, systeem en subsysteem, eenheid en veelheid*. Is er een reden om aan te nemen dat de totaliteit een tralie is? Laten we een realistische interpretatie voor L en $\leq$ kiezen. L is de verzameling van alles wat is. $\leq$ is de causale relatie. Beweren dat L een tralie is komt dan neer op de volgende beweringen.

1. Er is een object-gebeurtenis in het heelal die oorzaak is van ieder object-gebeurtenis (0).
2. Er is een object-gebeurtenis die gevolg is van ieder object-gebeurtenis.
3. Iedere twee object-gebeurtenissen hebben een gemeenschappelijke oorzaak en een gemeenschappelijk gevolg.

Als we $\leq$ interpreteren door het systeembegrip (dan is $\leq$ gelijk aan is subsysteem van dan wordt de reeks ?

1. er is een systeem dat subsysteem is van alle systemen,
2. er is een systeem waarvan alle systemen subsystemen zijn,
3. iedere twee systemen maken deel uit van een gemeenschappelijk supersysteem en bevatten een gemeenschappelijk subsysteem.

Wie deze interpretatie bekijkt ziet onmiddellijk dat het sterke holistische eigenschappen zijn die uit het zo geïnterpreteerd traliekarakter voortvloeien. Men begrijpt waarom Gudder (1970c) en Greechie en Gudder (1973) betwijfelen of men de werkelijkheid door een tralie kan voorstellen.⁴⁹

Jauch en Piron stellen zelfs een volledige tralie voor (dan zou zelfs ieder, eindige of oneindige verzameling van delen van de totaliteit oorzaken en gevolgen gemeen hebben, en super- en subsystemen delen). De verzwakking dat slechts aftelbaar oneindige verzamelingen een supremum of een infimum hoeven te hebben is echter evenmin evident.

De lezer zou geneigd kunnen zijn een meer theoretische interpretatie van $(L, \leq)$ te verkiezen (waarin L uit oordelen bestaat en $\leq$ een relatie tussen oordelen is). Dan hebben we echter niet langer met een theorie van alles wat is, maar met een epistemische theorie te maken. Die weg is afgesloten. Het voorlopig besluit is dat een tralie ontisch (causaal of/en systematisch) geïnterpreteerd een extreem sterke vorm van eenheid uitdrukt. Het blijkt wel evident dat vanuit ons inzicht in de eenheid van de werkelijkheid we in die richting moeten gaan. Het lijkt wenselijk niet zo extreem sterke eenheidspostulaten op te leggen maar op dit ogenblik ziet men geen adequate verzwakkingen zodat men best doet dit als - voorlopige - metafysische basis te nemen.

Overbodig te zeggen dat deze metafysica *geen* logica is. Na de axioma's die een zo sterke

⁴⁸ Primas

⁴⁹ Primas, p.214.

totaliteit impliceren, moeten we axioma's invoeren die het mogelijk maken subsystemen te isoleren. Dit gebeurt door te eisen dat de heelal-tralie complementair is. Voor ieder element F van een complementaire tralie, bestaat een ander element dat er (metaforisch gesproken) maximaal van is verwijderd: ze hebben slechts de oorzaak (of respectievelijk - het subsysteem) gemeen dat alle elementen gemeen hebben, en delen slechts het gevolg (of respectievelijk het supersysteem) dat alle elementen delen. Dit is echter een vrij oppervlakkige 'deelbaarheid'. De werkelijk belangrijke deelbaarheid wordt uitgedrukt door het feit dat er compatibele oordelen bestaan. Inderdaad: in een sterk geünificeerde werkelijkheid geldt voor twee willekeurige eigenschappen in het algemeen dat de situaties waarin voor één van beide de eigenschap of haar complement zich actualiseert *niet* dezelfde zullen zijn als de situaties waarin de andere eigenschap of haar complement zich actualiseert. Om te vergelijken: in een sterk geünificeerde Gestalt kunnen de aan- of afwezigheid van een eigenschap slechts op de voorgrond komen als de aan- of afwezigheid van een andere eigenschap niet op de voorgrond komt. Eigenschappen kunnen niet ten opzichte van elkaar vrij gevarieerd worden en objecten kunnen niet ten opzichte van elkaar vrij gevarieerd worden in een werkelijkheid waarin alles met alles is verbonden. Het is echter niet *tegenstrijdig* aan te nemen dat in een tralie-heelal (dat sterk geünificeerd is) toch de compatibiliteitsrelatie niet leeg is. Twee elementen F en G zijn compatibel als (F, F^+, G, G^+) een booleaanse algebra is (wat betekent, doordat distributiviteit bestaat dat de eigenschappen F en G vrij ten opzichte van elkaar variëren, en dat zowel zij als hun afwezigheid samen causaal werken. $C(F, F)$ en $C(F, G) = C(G, F)$ (compatibiliteit is reflexief en symmetrisch, $C(F, F^+)$, $C(F, E)$, $C(F, 0)$. $C(FG) \dots C(FG^+)$, $(F+G) \leq C(F, G)$).

Piron (1964) postuleert dat $F \leq G \rightarrow C(F, G)$: als F, G veroorzaakt of een subsysteem van G is, dan kunnen F en G samen causaal actief zijn en samen tot supersystemen (niet noodzakelijk dezelfde) behoren.

Tralies die naast de sterk unifiserende tralie-eigenschappen ook compatibele elementen hebben zijn dus ook gedeeltelijk geleid en partieel ontbindbaar (in deeltralies waarvan de elementen compatibel zijn). Ze zijn orthomodulair.

Orthomodulaire tralies voldoen aan de twee, bijna in tegengestelde richtingen drijvende, metafysische grondeisen.

Vele verschillende graden van eenheid of deelbaarheid kunnen worden gerealiseerd; naarmate er meer of/en grotere booleaanse subalgebra's zijn gerealiseerd.

Orthomodulaire tralies zijn echter op zichzelf zeer algemeen: sommigen onder hen laten systemen niet toe volledige toestanden te hebben, andere kunnen niet in verband met Hilbert-ruimten worden gebracht (zodat kwantummechanica niet bereikbaar is). In het kader van onze metafysica is de totaliteit zowel één en verscheiden. Die dubbele spanning wordt uitgedrukt door het traliekarakter en door de orthomodulariteit. Maar de totaliteit is zowel stabiel als wording. We mogen dus verdere restricties zoeken in die richting. Dit leidt tot semimodulariteit. Immers: een meting van een oordeel $F \in L$ is van een eerste soort als het resultaat van die meting behouden blijft onmiddellijk erna. Nu is een meting een gebeurtenis. De metingen van eerste soort zijn dus gebeurtenissen wier sporen behouden blijven na de gebeurtenis. Dit is een stabiliteitsvoorwaarde. Ideale metingen hebben die stabiliteit voor alle eigenschappen compatibel met F als ze ze hebben voor F . Als L een volledige atomaire orthomodulaire tralie is en als voor alle oordelen ideale metingen van de eerste soort bestaan dan is L semimodulair. Vanuit stabiliteitseisen mogen wij dus verwachten dat de werkelijkheid ook semimodulair zal zijn.

Een tralie L is modulair als $H \vee (F \wedge G) = (H \vee F) \wedge G$.

Een tralie L is semimodulair als wanneer (F,G) een modulair paar is, impliceert dat (G,F) het ook is. Een ortho-tralie $(L, \leq, +)$ is orthomodulair als ieder orthogonaal paar een modulair paar is (d.w.z. $F+G \rightarrow (F,G)$ is modulair).

De intuïtieve rechtvaardiging zojuist gegeven voor semimodulariteit is metafysisch nog tamelijk zwak 1. omdat ze slechts voor atomaire L is bewezen en 2. omdat ze slechts over de stabiliteit voor bepaalde soorten gebeurtenissen (metingen) handelt. De W^* systemen die de structuur van de klassieke mechanica, van de kwantummechanica en van de kwantum statistische mechanica beschrijven behoren allen tot de klasse der semimodulair tralies die bovendien orthomodulair zijn. We begrijpen nu waarom – althans tot op zekere hoogte.

We moeten echter nog verder zoeken welke metafysische verklaring kan worden gevonden voor het privileges van W^* systemen.

In ieder geval kan nu reeds worden begrepen waarom de werkelijkheid in haar totaliteit niet kan worden voorgesteld door een onherleidbare tralie. In een orthomodulaire tralie L is de verzameling van alle oordelen die compatibel zijn met ieder oordeel van L , het centrum van $L(Z(L))$. Het centrum is een booleaanse algebra. Een systeem is klassiek als $Z(L)=L$ (het heeft geen holistische karaktertrekken). Een systeem is onherleidbaar als $Z(L)$ alleen O en E bevat. Het heeft dan geen eigenlijke subsystemen. Een onherleidbaar en atomair systeem voldoet voor alle F en G aan $F \vee G = H \vee F = G \vee H$ (H is de superpositie van F met G en H is incompatibel met F en G : ieder paar eigenschappen staat zo in interactie met elkaar dat ze niet afzonderlijk kunnen worden beschouwd). H is een atomaire eigenschap.

booleaanse algebra's staan toe alle eigenschappen te isoleren. Onherleidbare algebra's staan dat voor geen enkele eigenschappen toe. De werkelijkheid ligt tussen de twee.

- d. Laat een tralie L scheidbaar (separabel) heten als iedere verzameling van wederzijds orthogonale eigenschappen in L aftelbaar is. Twee eigenschappen zijn orthogonaal als $F \leq G^+$. Scheidbare tralies drukken een werkelijkheid uit waarin het aantal eigenschappen die elkaar wederzijds uitsluiten niet te complex (bijvoorbeeld niet hyperaftelbaar) wordt. Dit is metafysisch te interpreteren als een bovengrens voor de complexiteit van de totaliteit.

Een orthomodulaire logica wordt gekarakteriseerd door een scheidbare, volledige en orthomodulaire tralie. De justificatie van scheidbaarheid en orthomodulariteit (zowel als de variabele justificatie van volledigheid) werd uiteengezet.

We herinneren ons dat 'a system possessing incompatible properties exhibits holistic behavior'⁵⁰ (bijvoorbeeld men kan de waarheid of valsheid van één van de incompatibele eigenschappen niet vastleggen zonder het statuut van de eigenschappen die er incompatibel mee zijn te storen).

De graad van holisme van een heelal hangt af van de graad van incompatibiliteit van de eigenschappen erin. Die wordt gemeten met behulp van het oordeel: $C(F,G)$, $C(F,G) = (def) (F \wedge G) \vee (F \wedge G^+) \vee (F^+ \wedge G) \vee (F^+ \wedge G^+)$. Piron 1964⁵¹ toont dat $C(F,G)=E \Leftrightarrow F \text{ comp. } G$.

$C(F,G) \text{ comp. } F$ en $C(F,G) \text{ comp. } G$.

Als $F_c = (bep) F \wedge C(F,G)$ $G_c = G \wedge C(F,G)$, dan $F_c \text{ comp. } G_c$. Als $F \wedge G \neq 0$, bestaat er een toestand waarin $r(F \wedge G)=1$, $r(F) = r(G) = 1$. F en G kunnen dus beide waar zijn hoewel ze incompatibel zijn.

Het aantal toestanden waarin F en G beide een vaste waarheidswaarde kunnen hebben is

⁵⁰ Primas, p.262.

⁵¹ Primas, p.261.

een maat voor hun graad van incompatibiliteit. Twee eigenschappen zijn maximaal incompatibel als ze in geen enkele toestand samen kunnen worden gemeten.

Het feit dat de werkelijkheid tegelijk een multipel systeem en verzameling van subsystemen is, waaruit werd afgeleid dat het een orthomodulaire tralie moest zijn, maakt ook noodzakelijk dat *ze paren eigenschappen van alle incompatibiliteitsgraden moet vertonen* (vermoeden wij! Te bewijzen!). De theorie van de werkelijkheid zal zo worden gerepresenteerd door een groep booleaanse subtheorieën (die over lokaal *niet* holistisch met elkaar interfererende eigenschappen handelen die deelsystemen beschrijven). Die booleaanse subtheorieën kunnen weer maximaal met elkaar incompatibel zijn of integendeel elkaar gedeeltelijk overlappen. De booleaanse subtheorieën zijn partieel geordend.

Een klassieke theorie heeft een semantische valuatiefunctie die voor ieder ogenblik t vastligt, voor iedere eigenschap F $V_t(F)=1 \Leftrightarrow F$ waar op t en $V_t(F)=0 \Leftrightarrow F$ vals op t . De functie V_t die de booleaanse algebra op $0,1$ afbeeldt is de ontische toestand van B op t ($V_t: B \rightarrow \{0,1\}$). Voor holistische theorieën kan de valuatiefunctie niet volledig zijn: slechts zekere eigenschappen zijn op t geactualiseerd.

De op t geactualiseerde oordelen van L vormen het domein D_t van een maximale partiële valuatiefunctie V_t op L . $V_t: D_t \rightarrow B_2$ is een ortho-tralie homomorfisme en is de ontische toestand van het systeem op t .

- e. De W^* systemen vormen nog een verdere specialisatie en concretisatie van de orthomodulaire systemen.

De factorisatie van W^* systemen, de reductierelaties tussen theorieën in W^* systemen en het statuut van objecten in W^* systemen zijn verdere uitvoeringen van het programma dat erin bestaat een totaliteit te denken die zo sterk mogelijk een geheel is en toch tegelijk zo sterk mogelijke delen heeft. W^* systemen worden ingevoerd door hun relatie met C^* systemen.

1. Het fundamentele feit dat eigenschappen zo met elkaar interfereren dat het verschijnen van één ervan (d.w.z. de causale werking van haar aanwezigheid of afwezigheid) de actualisatie van een ander verhindert, geeft aanleiding ofwel tot een algebra van niet commutatieve, ofwel tot een algebra van niet associatieve producten. De eerste stamt van Heisenberg, de tweede van Jordan. Voor ons is het belangrijk dat de *twee* de sterke samenhang van het geheel van de werkelijkheid uitdrukken.

Het product van twee waarneembare variabelen heeft in het algemeen geen betekenis. AB heeft slechts zin als A en B compatibel zijn (d.w.z. als ze niet te holistisch sterk interfereren).

Een andere bewerking $AB+BA/2$ heeft wel altijd betekenis. Inhoudelijk komt ze overeen met het gemiddelde van het resultaat van A en B , in twee omgekeerde ordes uitgevoerd.

C^* en W^* systemen drukken de eigenschappen van de observabelen op partieel holistische systemen uit. Observabelen kunnen letterlijk als objecten van metingen worden bepaald. Dan eist een realistische interpretatie een realistische theorie van het meetproces (die niet bestaat) als causale interactie in partieel holistische systemen. Men kan ze echter ook zien als zichzelf geadjungeerde operatoren. Dan eist een realistische interpretatie een niet operationalistische theorie van deze operatoren. H. Primas maakt op p.178 deze correcte opmerking.⁵² Om de metafysische betekenis van C^* en W^*

⁵² Primas

systemen in te schatten ontbreken dus nog twee vooropstellingen.

$$\begin{aligned}
 A^\circ B &= (AB+BA)/2 \text{ is commutatief en distributief. } (A^\circ B = B^\circ A \text{ en } A^\circ(B+C) \\
 &= (A^\circ B) + (A^\circ C) \text{ maar niet associatief. Men kan dat merken door de uitwerking} \\
 A^\circ(B^\circ C) &= A(B^\circ C) + (B^\circ C)A/2 \\
 &= A[(BC+CB)/2] + [(BC+CB)/2]A/2 \\
 &= A[(BC+CB)/2] + (BC+CB)A/2/2 \\
 &= [A(BC+CB) + (BC+CB)A]/4 \quad R_1 \\
 (A^\circ B)^\circ C &= [(A^\circ B)C + C(A^\circ B)]/2 \\
 &= [(AB+BA)/2]C + C[(AB+BA)/2]/2 \\
 &= (AB+BA)C/2 + C(AB+BA)/2/2 \\
 &= [(AB+BA)C + C(AB+BA)]/4 \quad R_2 \quad R_1 \neq R_2.
 \end{aligned}$$

Maar $A^\circ A^\circ(B^\circ A) = (A^\circ A^\circ B)^\circ A$ (wat $A^m \circ A^n = A^{m+n}$ impliceert). Een Jordan-algebra is een reële algebra die aan de volgende voorwaarde beantwoordt:

$$A^\circ B = B^\circ A; A^\circ(B+C) = A^\circ B + A^\circ C \text{ en } A^\circ A^\circ(B^\circ A) = (A^\circ A^\circ B)^\circ A.$$

De twee eerste voorwaarden kunnen metafysisch worden afgeleid uit de premissen die tot nu toe werden gebruikt. Voor de derde zien we dat nog niet. Primas schetst op p.164 het begin van een rechtvaardiging:⁵³

- a. Jordan-algebra's drukken, zoals niet abeliaanse algebra's het holistisch karakter van de werkelijkheid uit,
- b. maar de groep der automorfismen (die de structuur van de algebra bewaren) voor de Jordan-algebra is groter.

Dit betekent dat ze meer invarianten bezitten. Nu zal het in wat volgt een hoofdthema van het metafysisch begrip worden naar systemen te zoeken die naast een sterke eenheid en toch ook uitgesproken subsystemen ook een sterke invariantie vertonen (men hoeft maar het begin van dit boek te consulteren om te begrijpen waarom).

2. Als men zowel over oneindig dimensionale als over eindig dimensionale algebra's wil beschikken moet men een limietbegrip en dus een topologie invoeren. Het gebruik van oneindig dimensionale algebra's volgt zowel uit het superpositiebeprip als uit de statistische interpretatie van de thermodynamica. I.E. Segal stelt voor (1947) dat de observabelen die een Jordan-algebra vormen tegelijk een volledig genormeerde vectorruimte zouden zijn (d.w.z. een reële Banachruimte). Een Segal-systeem heeft

- a. $\|A^2 - B^2\| \leq \max\{\|A^2\|, \|B^2\|\}$
- b. $\|A^2\| = \|A\|^2$
- c. A^2 is een continue functie van A
- d. $A^\circ B = 1/2\{(A+B)^2 - A^2 - B^2\}$.

In het eerste deel van dit werk justificeren we waarom de werkelijkheid een vectorruimte zou zijn. In het geometrisch deel van de metafysica justificeren we waarom het een topologische ruimte zou zijn. Als we deze twee ideeën samenbrengen met de justificatie voor de Jordan-algebra justificeren we het Segal-systeem.

3. Jordan-algebra's die Segals axioma's realiseren zijn J.B.-algebra's (Jordan-Banach).

Een involutie in een Banach-algebra voldoet aan de axioma's $(A+B)^* = A^* + B^*$, $(CA)^* = C^* A^*$, $(AB)^* = B^* A^*$; $(A^*)^* = A$. Men noemt het een B^* algebra. De invoering ervan wordt gelegitimeerd op dezelfde manier als die van het complement in een tralie.

⁵³ Primas

Iedere B^* algebra is isometrisch isomorf met de C^* algebra van operatoren op een Hilbert-ruimte.⁵⁴ Een C^* algebra is een B^* algebra die voldoet aan $\|A^*A\| = \|A\|^2$

Een W^* algebra is een C^* algebra die de duale ruimte is van een Banach-ruimte. W^* algebra's (W = Weyl) zijn abstracte Neuman-algebra's die zwak gesloten subalgebra's zijn van operatoren op een complexe Hilbert-productruimte.

Samenvattend: van J -algebra's gaat men over naar B -algebra's door het invoeren van een topologie. Van B -algebra's gaat men over naar C -algebra's door het invoeren van een involutie. Van B -algebra's gaat men over naar C -algebra's door een specialisatie. De derde stap is metafysisch ad hoc. De twee eerste zijn metafysisch verantwoord.

Van C -algebra's gaat men over naar W -algebra's door een relatie met Banach-ruimten (d.w.z. door een versterking van de topologie). Dit *kan* (in beginsel) metafysisch worden verantwoord.

- f. In 30.e. werd een groot aantal abstracte begrippen ingevoerd. In 30.f. zullen ze worden gebruikt om, in een geünificeerde totaliteit, de subsystemen die er op grond van de orthomodulaire structuur in mogelijk zijn, verder onder te verdelen in subsystemen om zo te komen tot objecten.

Objecten zijn W^* subsystemen die geen EPR-correlaties hebben met hun omgeving. Anders gezegd: objecten hebben individualiteit en zijn dus open of gesloten subsystemen die ieder ogenblik in een ontische toestand zijn. Vermits in regel *wel* EPR-correlaties bestaan hangen objecten op een speciale manier van hun omgeving af. De ontische toestanden van objecten hangen af van hun omgeving maar hun dynamische ontwikkeling moet volgens een tijdsonafhankelijke wet verlopen die alleen van de interne toestand afhangt. Een systeem is open als zijn toestand op t niet alleen functie is van zijn initiale toestand. Een systeem beschreven door een theorie T bevat tenminste een object, als T ontbonden kan worden in twee factoren T_1 en T_2 waarvoor geldt:

1. $T = T_1 \vee T_2$,
2. Iedere eigenschap van T_1 is compatibel met iedere eigenschap van T_2 : $T \leq T_2^C$ en $T_2 \leq T_1^C$ de commutator is van de complementaire subalgebra's).
3. De kinematische eigenschappen van een subsysteem zijn onafhankelijk van de kinematische eigenschappen van het complementaire systeem: voor iedere toestand r_1 van A_1 (in T_1) en r_2 van A_2 (in T_2) bestaat een toestand r van A in T zodat r_1 de restrictie is van r tot A_1 en r_2 de restrictie van r tot A_2 .

Als deze 3 postulaten gelden is de W^* algebra A isomorf aan het tensorproduct $A_1 \otimes A_2$.⁵⁵ (Het tensorproduct, verschillend van de directe som of het cartesiaans product houdt rekening met de EPR-interferentie: 145). Een toestand r op een W tensor product van $B \otimes C$ is een *producttoestand* als $r(B \otimes C) = r_B(B) r_C(C)$ (waar $r_B(B) = r(B \otimes 1)$ en $r_C(C) = r(1 \otimes C)$ ($B \in B$ $C \in C$)).

De meeste toestanden op een tensorproduct zijn *niet* producttoestanden. Dit fundamenteel feit drukt de onscheidbaarheid van kwantumsystemen uit (nodig voor de eenheid van het heelal).

Een speciale factorisatie van een systeem bestaat zonder EPR-correlaties: $T_1 \vee T_2 = T$, $T_1 \wedge T_2 = 0$ zó dat de restrictie van iedere ontische toestand van T op T_1 of T_2 een

⁵⁴ bep. Primas, p.62.

⁵⁵ Primas, p.297.

ontische toestand van T_1 of T_2 . T_1 zal het objectsysteem heten en T_2 de omgeving.

Een systeem is holistisch als het geen objectfactorisaties heeft, scheidbaar als alle factorisaties objectfactorisaties zijn en partieel holistisch als het noch scheidbaar, noch holistisch is. We weten al dat dit het geval is voor het heelal (daaruit volgt de orthomodulariteit). We onderzoeken nu - in W^* algebra's - wanneer delen van dit heelal ook de gewenste intermediaire eigenschap bezitten. Raggio⁵⁶ bewijst dat $T_1 \otimes T_2$ een objectfactorisatie is dan en dan alleen als één van de twee theorieën T_1 en T_2 klassiek is (en dus een commutatieve algebra van observabelen heeft).

Er bestaan door deze stelling geen niet klassieke objecten in een niet klassieke omgeving. Slechts de volgende drie gevallen zijn mogelijk: klassieke objecten in een klassieke omgeving; klassieke objecten in een niet klassieke omgeving; met klassieke objecten in een klassieke omgeving. Deze stelling van Raggio, een leerling van Primas, beperkt nog verder de graad van onscheidbaarheid in W^* systemen (zoals orthomodulariteit het deed in tralies). Het bewijs wordt hier niet gegeven. Als de overgang van orthomodulariteit, over J , B en C algebra's naar W^* algebra's metafysisch geldig is dan is deze stelling metafysisch belangrijk.

- f. De relatie tussen de theorie van de totaliteit en de theorieën van de delen ervan moet in een partieel holistisch heelal worden bestudeerd in de tralie van subtheorieën van W^* theorieën.

Laat een theorie T gekarakteriseerd zijn door een W^* algebra A . Een theorie T_a met A_a als algebra van de observabelen is een subtheorie van $T(T_a \leq T)$ als de W^* algebra A_a een subalgebra van A is

$$T_a \leq T \dots A_a \subseteq A$$

Hierdoor wordt een partiële orde op de subtheorieën bepaald. Die p -orde is een tralie $A_a \wedge A_b =$ de grootste W^* subalgebra van A omvat zowel door A_a als A_b .

$A_a \vee A_b =$ de kleinste W^* subalgebra van A die tegelijk A_a en A_b bevat. $T_a \wedge T_b$ en $T_a \vee T_b$ kunnen analoog worden bepaald. $T_a \wedge T_b \Leftrightarrow T_a \wedge T_b = T_a$, $T_a \vee T_b = T_b$.

Voor partieel holistische of holistische theorieën waar we hier voor staan is $A_a \cup A_b \neq A_{a \vee b}$ en kunnen twee subtheorieën onvergelijkbaar zijn.

Vergelijkbare theorieën zijn ofwel subtheorieën van elkaar ofwel onafhankelijk niet verstrikte theorieën (wier koppels van eigenschappen allen compatibel zijn).

Comp. $(T_a, T_b) = (bep) T_a = (T_a \wedge T_b) \vee (T_a \wedge T_b^c)$. T_a is maximaal onvergelijkbaar met T_b als $T_a \wedge T_b = 0$, en $T_a \wedge T_b^c = T_0$ (de twee theorieën overlappen niet en liggen ook buiten elkaars compatibiliteitsgebied).

Twee subtheorieën T_a en T_b van T zijn complementair als $T_a \wedge T_b = T_a \wedge T_b^c = T_a^c \wedge T_b = T_a^c \wedge T_b^c = T_0$. De classificatie van W^* theorieën volgt de classificatie van W^* algebra's.

Als een W^* algebra $A = Z(A)$ dan komt het met een klassieke theorie overeen. Als $Z(A) = 1$, A is een factor. In het algemeen (Sahai 1971) kan men W^* algebra's ontbinden in factoren en centrum.

Een factor is van type I als het een atoom bevat van type II als het atoomvrij is en een niet lege, eindige projectie bevat; van type III als het *geen* niet lege, eindige projectie bevat. I algebra's variëren van I_1 tot I_α (naargelang ze isomorf zijn met $n \times n$ matrix algebra's). II_1 heeft alleen eindige projecties, II_α ook oneindige. De classificatie van II en III is nog open. Primas beschouwt subtheorie epistemisch als partiële gezichtspunten. Wij beschouwen ze ontisch als resultaten van de interacties

⁵⁶ 1978, 1981, zie Primas, p.299.

van verschillende deelsystemen met de totaliteit. Een maximaal fundamentele theorie (bijvoorbeeld een metafysica) mag geen klassieke observabelen bevatten (zodat haar W^* algebra van observabelen een factor moet zijn). Voor een totaliteitsmetafysica geldt dus: $T^c = T_0$, $T_0^c = T$ en $T = T^{cc}$.⁵⁷ Dat de werkelijkheid een totaliteit is, brengt mee 1. dat de verschillende deeltheorieën niet lineair zijn wgeordend ten opzichte van de totaaltheorie, maar tralie-geordend, 2. dat de algebra der observabelen van deeltheorieën rijker kunnen zijn dan die van fundamentele⁵⁸; 3. elementaire W^* systemen zijn ergodische automorfe acties op de algebra der observabelen. Een G elementair systeem is een W^* systeem $(A, G, q \rightarrow a_q)$ bestaande uit een W^* algebra A , een Lie-groep G , een getrouwe T -zwak continue afbeelding $q \rightarrow a_q$ van G door automorfismen $a_q \in \text{Aut}(A)$, $q \in G$, die ergodisch op A handelt. D.w.z.: de enige $a \in A$ voor wie $a_q(A) = A$ voor alle $q \in G$ zijn veelvouden van de identiteit.

Elementaire objecten worden bepaald door hun transformatie-eigenschappen onder de actie van een kinematische groep. Ze bestaan als men ze kan isoleren in een redelijke approximatie. D.w.z. als men de lange afstandinteracties ervan kan individualiseren. Dit maakt het a priori noodzakelijk *opdat* elementen zouden bestaan dat ofwel elektromagnetisme ofwel gravitatie bestaan, lange afstandkrachten die niet kunnen worden uitgeschakeld (1), die niet kunnen worden afgeschermd (2) en die metingen zonder identiteitsverlies toelaten (3).

- h. In de zeven paragrafen die voorafgaan werd systematisch de deel-geheel relatie centraal gesteld (omdat ze in onze metafysica centraal staat) en wordt nagegaan hoe een heelal tegelijk een sterke eenheid kan bezitten én reële subsystemen. Eigenlijk volgt daaruit - en dit is zeer veel - bijna het ganse stramien van de kwantumtheorie. Elders hebben we de relativiteitstheorie ook a priori afgeleid. Het blijkt dus toch werkelijk dat onze wereld niet ondoorgrondelijk is, maar integendeel juist dat wat hij *moet* zijn om een wereld te zijn.

Er is echter nog meer. Primas, p.101, is het met Wigner, Weyl, Feynman, van Fraassen en Weinberg eens als hij zegt: "if there is a unifying concept, it is very likely to be connected with symmetries, we always should look for the underlying symmetry of a theory and amplify on the role played by the relevant group ... theoretical scientists connect the ultimate reality to the underlying group itself".⁵⁹

De werkelijkheid is niet alleen totaliteit en verscheidenheid. Ze is ook invariantie en variabiliteit in de tijd, en multiperspectivistische weerskaatsing van ieder deel in alle andere delen.

Kunnen we een systematisch verband vinden tussen symmetrie van de realiteit en eenheid-in-veelheid van de realiteit?

Met andere woorden:

1. Volgt uit de symmetrieën van de realiteit haar partieel holisme?
2. Volgen uit het partieel holisme één of meer symmetrieën?

Niettegenstaande de symmetrieën in het citaat dat juist werd aangehaald een centrale rol spelen, zou ook het volgende kunnen worden gezegd: "Observable phenomena come into being *by breaking the holistic symmetry*. There is only one reality, but there are many points of view".⁶⁰

⁵⁷ p.289, Primas?

⁵⁸ pp.290-292, Primas?

⁵⁹ Primas, p.161.

⁶⁰ pp.324-325, Primas?

Totaliteit en symmetrie kunnen inderdaad zowel verbonden zijn als tegengesteld. Als we de groep der rotaties of die der verplaatsingen nemen dan drukken zich de invarianten daaronder uit als de invariantie van interne eigenschappen en van interne relaties niettegenstaande de veranderingen in externe relaties. De innerlijke eenheid is voorwaarde van de symmetrie. Maar invariantie manifesteert zich alleen door en in variatie: verplaatsing en omwenteling blijken alleen mogelijk doordat de externe relaties *niet* invariant zijn. Als ofwel objecten, ofwel eigenschappen, ofwel relaties sterk samenhangen dan moet met iedere wijziging van één van hen, een wijziging der overigen samengaan: deze ‘totaliteit’ kan alleen bestaan als - en in zoverre - relaties tussen objecten, eigenschappen en relaties invariant zijn. Subsystemen daarentegen kunnen alleen bestaan als de impact erop lokaal blijft. Dat impliceert dat het systeem wordt gewijzigd en de omgeving niet zodat de relatie tussen de twee niet invariant blijft. “L'asymétrie crée le phénomène” schreef Curie (of Pasteur ?). ‘Le phénomène’ is steeds causaliteit, irreversibiliteit-symmetriebreuk.

Ligt in het partieel holisme noodzakelijk een samenwerken van symmetrie en asymmetrie verborgen? Zo ja, op welke manier? H. Primas onderscheidt logische kinematische en dynamische symmetrieën. Ons interesseert hun onderling verband en hun respectievelijke relaties met het partieel holisme.

1. Een *logische symmetrie* van een theorie is een transformatie die de essentiële logische structuur van de theorie behoudt.⁶¹ De logische symmetrieën van de klassieke mechanica zijn de canonische transformaties (biunivoke transformaties in de faseruimte die de Passon-haakjes van coördinaten en momenta invariant houden). De logische symmetrieën van de pionier kwantummechanica zijn de unitaire transformaties van de toestandruimte. Logische symmetrieën zijn morfismen (structuurbewarende) afbeeldingen van het formalisme van een theorie. Ze vormen de logische groep van een theorie. In de pionier kwantummechanica overdekken de toestanden van een kwantumsysteem een projectieve Hilbert-ruimte. Iedere vector Ψ in een Hilbert-ruimte H bepaalt een 1 dimensionale subruimte de straal $\overline{\Psi}$. Het intern product van twee stralen

$$\langle \overline{\Psi} / \overline{\Psi} \rangle = [\langle \Psi / \Psi \rangle] / \| \Psi \|^2; \Psi, \Psi \in H.$$

De verzameling van alle stralen is de projectieve ruimte $\overline{H}$ geassocieerd met $\overline{H}$. De logische groep van PQM is de automorfismen groep van $\overline{H}$: $Aut(\overline{H})$ (automorfismen zijn bewerkingen die een systeem op zichzelf afbeelden).

Wigner (1931) bewijst dat $Aut(\overline{H})$ kan worden afgebeeld op de groep der unitaire operatoren op H .

Een operatie T is lineair als $T(a\Psi + b\Phi) = aT\Psi + bT\Phi$.

Een operatie T is antilineair als $T(a\Psi + b\Phi) = a^*T\Psi + b^*T\Phi$.

Een operatie T is isometrisch als $\|T\Psi\| = \|\Psi\|$.

Als $T: H_1 \rightarrow H_2$ de hele ruimte H_2 bevat dan is T unitair. Volgens Wigners stelling zijn deze logische symmetrieën objectieve transformaties die de absolute waarden van het intern product constant houden.

Fysisch hangt het intern product samen met de waarschijnlijkheid van overgangen van een toestand naar een andere. Uhlhorn (1962) bepaalt een logische symmetrie in PQM als een biunivoke afbeelding tussen

⁶¹ Primas, p.58.

toestandvectoren in H_1 en H_2 die orthogonale vectoren met orthogonale vectoren doen overeenkomen. Voor $\dim > 2$, zijn de twee bepalingen gelijkwaardig.

2. Weyl in 1927 beschrijft de *kinematische structuur* van een fysische theorie als een subgroep van de logische symmetrieën van de theorie. De kinematische groep weerspiegelt de structuur van de ruimte-tijd. Een ruimte-tijd heeft als symmetrie-eigenschappen de gelijkwaardigheid van alle ogenblikken in de tijd, van alle punten in de ruimte en van alle richtingen in de ruimte ($3 \rightarrow 2$, maar niet $2 \rightarrow 3$). De enige mogelijke kinematische symmetrieën zijn degene die afstanden in de ruimte en in de tijd invariant houden (Aristoteles), die afstanden in de tijd invariant houden (Galilei), en die de 'squared distance between infinitely near points' invariant houden (Einstein). De Einstein-groep heeft maximale symmetrie.⁶² Aan de andere kant geeft ze ook maximale eenheid tussen de 3 ruimtelijke en de 1 tijdelijke dimensie. Hier zou al een eerste verband tussen *symmetrie* en *totaliteit* kunnen bestaan!⁶³
3. De *dynamische* groep van een gesloten PQM systeem is een continue parametergroep $\{U_t/t \in \mathbb{R}\}$ van unitaire operatoren agerend op de Hilbert-ruimte van toestandsvectoren $\Psi_t = U_t \Psi$.

Iedere dynamische groep (Stone) heeft de vorm

$U_t = e^{-iHt}$ (waar H een zelf-adjuncte operatie op Hilbert-ruimte is (de hamiltoniaan). De evolutie van een gesloten systeem mag de essentiële structuur van dat systeem niet wijzigen. Dus is de dynamische groep ook een subgroep van de logische symmetriegroep. Als bovendien wordt geëist dat de evolutie in de ruimte-tijd gebeurt is het ook een subgroep van de kinematische groep.

De essentiële vragen die zich voor ons stellen zijn: 1. in welke relatie staan logische, kinematische en dynamische groepen tot de eenheid-in-veelheid van de werkelijkheid, 2. vanuit welke metafysische veronderstellingen volgt het bestaan van logische, kinematische en dynamische groepen, 3. in welke verhouding staan de drie soorten groepen tot elkaar, en volgt die verhouding uit metafysische veronderstellingen?

De drie groepen (logische, kinematische en dynamische) worden teruggevonden voor orthomodulaire tralies, voor C^* en W^* algebra's.

Twee orthomodulaire τ -volledige logica's L_1 en L_2 zijn logisch gelijkwaardig als er een objectieve afbeelding van L_1 in L_2 bestaat die de partiële orde (de logische implicatie), de orthocomplementatie (de negatie) en aftelbare suprema en infima behoudt. Zulk isomorfisme voldoet aan 1. $f(0)=0$, 2. $f(F) \leq f(G) \Leftrightarrow F \leq G$, 3. $f(F^+) = f(F)^+$, 4. $f(vF_i) = v f(F_i)$ voor disjuncte reeksen $F_i \in L_1$. Iedere ortho-tralie τ -isomorfisme beeldt semimodulaire L of semimodulaire L , onherleidbare op onherleidbare L en atomaire L op atomaire L af.

Een ortho-tralie τ -isomorfisme van L in L is een automorfisme van L . De logische symmetrieën van een ortholattice zijn de automorfismen van L .⁶⁴

De kinematische en dynamische symmetrieën zijn lokaal compacte groepen. Een representatie van een groep G is in deze theorie een homomorfisme α van

⁶² Weyl 1927, p.70.

⁶³ Op p.73 verschijnt de relatie tussen de Galilei-groep en de invariantie van de Schrödinger-vergelijking die het metafysisch belang van de Galilei-groep onderstreept.

⁶⁴ Enich en Piron 1963; Pulmanova 1977.

G in de $Aut(L)$, groep der automorfismen van L .⁶⁵ Deze theorie is nog onderontwikkeld.⁶⁶

De relatie van een externe observator tot een systeem wordt door de kinematische groep G (gewoonlijk een Lie-groep, zoals de Galilei-groep) gegeven. Om kinematische symmetrieën in te voeren in een L , moet de kinematische groep G getrouw zijn gerealiseerd door een subgroep $\{a_q/q \in G\}$ van de automorfismen $a_q \in Aut(L)$. Om metafysische (zie boven) en fysische redenen zijn alleen topologische groepen met natuurlijke topologieën belangrijk. Men zoekt dus de *continue realisaties van willekeurige Lie-groepen door de automorfismen van orthomodulaire tralies*.

Dit mathematisch onopgelost vraagstuk⁶⁷ komt conceptueel overeen met het zoeken naar continue transformaties die de structuur van een partieel holistische wereld bewaren. Het verband tussen invariantie, variantie en holisme dat we zoeken vinden we hier uitgedrukt. Omdat het probleem nog onopgelost is concentreert men zich op de W^* en C^* systemen.

Alle fundamentele begrippen voor een aftelbare ontbindbare W^* algebra A moeten op de verzameling van projecties in A worden betrokken $P(A) = \{P/P \in A, P = P^* = P^2\}$. Voor zulk een W^* algebra is $P(A)$ een scheidbare, volledige, orthomodulaire en semimodulaire L . Eigenlijk zou men $P(A)$ als een specifieke tralie moeten karakteriseren, maar ook dit probleem is onopgelost zodat men langs de structuur van de onderliggende W^* de karakteristiek moet zoeken.

Ieder W^* algebra is een C^* algebra met de normtopologie bepaald bij $|| \cdot ||$ in C^* algebra A . Iedere W^* algebra A is de duale ruimte van een Banach-ruimte A_* die een zwakke topologie $t(A, A^*)$ op A bepaalt (de τ -topologie). De tijdslogica $L = P(A)$ wordt beschouwd. De normtopologie meet de gelijkaardigheid van eigenschappen. De projecties in P zijn oordelen over potentiële eigenschappen van P . In dit kader kan men over de afstand tussen *incompatibele* eigenschappen spreken (p.269) wat de 'gebroken' eenheid weer samenvoegt.

Als A en $\bar{A}$ twee W^* algebra's zijn van observabelen op twee W^* systemen met logica's $P(A)$ en $P(\bar{A})$ dan zijn A en $\bar{A}$ isomorf als er een ortho-tralie isomorfisme tussen $P(A)$ en $P(\bar{A})$ bestaat. Als A geen type I_2 is, dan is dit isomorfisme een Jordan-ster-isomorfisme van A op $\bar{A}$ dat een directe som is van een ster-isomorfisme en een ster-anti-isomorfisme van A op $\bar{A}$ (in een isomorfisme is $f(AB) = f(A)f(B)$, in een anti-isomorfisme $f(AB) = f(B)f(A)$). Een Jordan-ster-isomorfisme van een W^* algebra A_1 op A_2 is een biunivoke afbeelding f , met 1. $f(IA) = If(A)$, 2. $f(A+B) = f(A) + f(B)$, 3. $f(AB+BA) = f(A)f(B) + f(B)f(A)$, 4. $f(A^*) = f(A)^*$.

Een dynamische semigroep beschrijft de tijdsevolutie.⁶⁸ Een omkeerbaar dynamisch W^* systeem is een koppel $(A, t \rightarrow a_t)$ bestaande uit een A , met een scheidbaar preduaal A^* en een τ -zwakke continue één-parametergroep $\{a_t/t \in \mathbb{R}\}$ van automorfismen. $a_t \in Aut(A)$ (= de dynamische groep).

C^* systemen hebben te weinig projecties (p.270) om de observabelen door de

⁶⁵ Gudder 1971, Gallone en Mania 1971, Leveille en Roman 1975.

⁶⁶ Primas, pp.218-219

⁶⁷ Primas, p.266.

⁶⁸ Primas, p.278.

projecties te laten voorstellen. Toch (p.175) kunnen ook voor C^* systemen de logische symmetrieën door Jordan-automorfismen worden voorgesteld. Een Jordan-ster-automorfisme is een bijectie $a: A \rightarrow A$ zó dat voor $A, B \in A$, $a, b \in C$.

1. $a(aA + bB) = aa(A) + ba(B)$
2. $a(A^*) = a(A)^*$
3. $a(A.B) = a(A).a(B)$

Bijzonder belangrijke Jordan-ster-automorfismen zijn ster-automorfismen en hebben ook 1, 2 én $a(A.B) = a(A)a(B)$. Andere (anti-automorfismen) hebben 1, 2 én $a(AB) = a(B)a(A)$.

Ieder Jordan-ster-automorfisme is de directe som van een ster-isomorfisme en een ster-anti-isomorfisme.⁶⁹ Als a een symmetrie van een abstracte C^* algebra A en π een representatie van A dan kan a soms geen symmetrie in $\pi(A)$ bepalen. Er is echter meer: zelfs als a een symmetrie in $\pi(A)$ induceert, kan die symmetrie soms niet realiseerbaar zijn door een unitaire of anti-unitaire operator. De symmetrie is spontaan gebroken als er geen unitaire of anti-unitaire operator U bestaat met $\pi[a(A)] = U\pi(A)U^{-1}$ voor alle $A \in A$.

Nota. Vermits de tijd door symmetriebreuken wordt bepaald (kristallen, ferromagneten, superfluiden, supergeleiders én faseovergangen! p.176) en vermits anderzijds stabiliteit en systematiciteit van symmetrie afhangen zal de totale werkelijkheid moeten gekarakteriseerd zijn door C^* algebra's die W^* algebra's zijn (om voldoende projectoren te hebben) en die bovendien zowel logisch, kinematisch als dynamisch maximale symmetriegroepen hebben én bovendien noodzakelijk (misschien zelfs een maximaal aantal) symmetriebreuken. *Dit is een zeer fundamentele eigenschap.* De C^* aanpak kan niet adequaat zijn omdat de tijdsevolutie niet in het algemeen een automorfisme is van de C^* algebra maar slechts van een *grotere* algebra.⁷⁰ Voor een W^* algebra (een C^* algebra die het dual is van een Banach-ruimte) is dit daarentegen steeds het geval.

Zo hebben we de voornaamste resultaten over logische, kinematische en dynamische symmetrieën gegeven die voor orthomodulaire tralies, C^* en W^* systemen bekend zijn (volgens Primas). Ze zijn voor ons uiterst belangrijk omdat zij de meest algemene symmetrieresultaten zijn die men heeft (wat men zien kan door te vergelijken met het eerste deel van dit essay: Galilei-groepen, Lorentz-Poincaré groepen, Lie-groepen en ijk-groepen zijn bepaald op veel meer specifieke structuren). De centrale vraag of er een verband tussen de eenheid en de twee invarianties (tijdsconstantheid én aspectconstantheid) van de werkelijkheid bestaat, komt neer op een *vergelijking* tussen de logische, kinematische en dynamische symmetrieën van booleaanse tralies, orthomodulaire tralies, Jordan- en W -algebra's. Bij ons weten is dit vraagstuk nergens gesteld, laat staan opgelost. Daarbij komt nog de - metafysisch noodzakelijke - relatie tussen de symmetriegroepen en hun externe ? en de symmetriebreuken.

Hier is deze uiteenzetting essentieel onaf. Ze toont echter de vruchtbaarheid van het metafysisch gezichtspunt: we konden begrijpen dat de werkelijkheid, als eenheid in verscheidenheid noodzakelijk een orthomodulair systeem moest realiseren. Wij *geloven* dat de werkelijkheid tegelijk een systeem is dat het grootst aantal variaties, het grootst

⁶⁹ veralgemening van Wigner-Uhllhorn, door Kadisoz 1952.

⁷⁰ Riskai 1972

aantal invarianten en het grootst aantal symmetriebreuken mogelijk maakt. We kunnen dit niet bewijzen. We *geloven* ook de zwakkere stelling dat de werkelijke totaliteit zich van mogelijke totaliteiten onderscheidt door het soort verband dat bestaat tussen de variaties, de invarianten en de breuken.

In een appendix doen we enkele pogingen om deze *overtuigingen* plausibel te maken (zowel de extremaalstelling als de betrekkingstelling).

Primas zelf wijst ons reeds de weg in die richting.

Levende wezens, bewuste wezens en sociale wezens moeten de veelheid en complexiteit van de stimuli die hen bereiken steeds herleiden door ze in vormen (Gestalten, Patterus) te organiseren. Dit lijkt een bio-psycho-sociale noodzaak. Als zodanig is ze reeds belangrijk genoeg. Maar het is ook een ontologische noodzaak: subsystemen van de totaliteit moeten de variëteit en complexiteit van interacties die ze ondergaan ook in vormen kunnen organiseren. In R.W. Asby's 'Introduction to cybernetics'⁷¹ wordt immers bewezen dat een systeem alleen stabiel kan zijn als zijn interne variëteit niet kleiner is dan de externe variëteit. Nog sterker veralgemeend kunnen we zelfs zeggen dat het heelal als geheel met zijn subsystemen interagerend ook de complexiteit moet herleiden om stabiel te kunnen zijn. Geen zijn, zonder complexiteitsreductie. Dus geen zijn zonder vorm of patroon. Primas stelt bericht dat "a conceptually convincing definition of pattern has to be in terms of their invariant properties".⁷² Grenander (1969) geeft er zo één: door patroon of vorm zullen wij een verzameling beelden verstaan invariant onder gelijkaardigheidstransformaties. 'Beelden' kunnen hier worden vervangen zowel door systemen als door processen. Twee systemen of processen zijn gelijkwaardig in een omgeving als ze dezelfde oorzaken en gevolgen hebben in zo een omgeving, beschouwd op zichzelf en niet in relatie tot elkaar (wij 'ontologiseren' de meer subjectieve benadering van Primas). Als G een abstracte groep is, M een verzameling en f een afbeelding van $G \times M$ in M dan is G een patroongroep als voor iedere $g \in G$ en $x \in M$, $g(x) = f(g, x) \in M$ met 1. e (de eenheid van G) $(x) = x$, 2. $(gh)(x) = g(h(x))$. Als G een topologische groep is, en M een topologische ruimte, dan als de afbeelding $x \rightarrow g(x)$ van M in zichzelf continu is wordt G een topologische transformatiegroep van M . G werkt transitief op M als voor ieder paar punten $x, y \in M$, er een $g \in G$ bestaat zó dat $g(x) = y$. Een vorm of patroon is de verzameling der y 's die uit een x in M door een g in G ontstaan (d.w.z.: een patroon is de baan van een transformatiegroep).

Uit de overweging dat de totaliteit geassocieerd moet zijn met vormen, en dat ieder deel van de totaliteit ook geassocieerd moet zijn met vormen volgt dat, in deze algemeenste vorm van het symmetriebegrip, het gerealiseerd moet zijn in het heelal.

De patroongroepen zijn veralgemeningen van Weyls kinematische groepen die de mogelijke abstracte bewegingen van systemen in de ruimte-tijd (onafhankelijk van krachten en massa's beschrijven).

Primas berooft echter deze veralgemening van haar ontologische betekenis door iedere groep als mogelijke patroongroep te zien. Een adequate metafysica moet juist restricties vinden voor groepen die 1. de eigenschappen van de totaliteit, 2. de eigenschappen van subsystemen van de totaliteit, 3. de eigenschappen van de totaliteit en haar subsystemen zoals weerspiegeld in de interacties subsystemen ermee. Dit is ons programma.

Primas zou dit indirect herkennen als particuliere W^* subtheorieën van een holistische W^* theorie met (1,2,3) overeenkomen. De patroongroep die een W^* algebra bepaalt, samen met de 'behoorlijk' zich transformerende observabelen zou een systeem in bepaalde

⁷¹ Asby

⁷² Primas, p.329.

interactie met bepaalde systemen uitdrukken.

Momentum, energie, kracht en macht volgen uit de Galilei-groep. W^* thermodynamica doet temperatuur en chemisch potentiaal volgen uit de automorfismen van een thermodynamische patroongroep (affine en torus groep).

Begrippen als entropie, organisatie, specificiteit, geheugen, aanpassing, groei, functie, doel zouden ook als uitdrukkingen van groepen moeten worden afgeleid (p.331).

Dit is letterlijk het programma van dit essay.

Primas suggereert als instrumenten de theorie van Lie-groep samentrekkingen (contracton) en van asymptotische expansies.

Karikaturen waarin systemen benaderd worden door asymptotische expansies of contracties geven noodzakelijke simplificaties. De typologische methode vindt hier haar juiste uitdrukking (scheikundige systemen worden als zulke karikaturen bereikt).

Wij ontdekken in Primas, in het verlengde van Weyl en Wigner, een uitstekende bron voor metafysisch onderzoek en voor bibliografische aanduidingen. De auteur zelf twijfelt echter voortdurend tussen zijn correct ontisch gezichtspunt en zijn epistemisch-subjectivistische interpretatie van contexten en perspectieven. Wij geloven dat de 'links' die wij gerealiseerd hebben tussen onze algemene metafysica en Primas' veralgemeningen uit de kwantummechanica een belangrijke stap vooruit betekenen voor beiden (de Primas formalismen zijn simpel de uitdrukking van de onafhankelijkheid van lagen - W^* - van holismen, van subsystemen en van stabiliteit.

31. *Vergelijking van metafysische systemen*

In de 30 paragrafen die voorafgaan werd een metafysica geschetst die voorbereid werd door de negen hoofdstukken die het essay openen. Het is de bedoeling dat deze metafysica zou worden vergeleken met de grote systemen van het verleden en in de twintigste eeuw zou bewijzen dat met nieuwe wetenschappelijke middelen, het traditionele werk kan worden voortgezet.

- a. Plato's *Timaeos* karakteriseert de kosmogonie door een theorie van de combinatie van eenvoudige en symmetrische vormen volgens beginselen van optimaliteit, geïncarneerd door de demiurg. De symmetriegedachte is sterk; de optimalisatie ook. Symmetriebreuken spelen een kleinere rol. Een toepassing van de autokritiek van de Parmenides op de *Timaeos* zal het worden in de theorie van Plato een grotere rol geven. Aristoteles' metafysica van vorm en substantie drukt het systeemtheoretische gezichtspunt, maar niet het causaal gezichtspunt uit. Zijn kosmologie is perfect symmetrisch en sferisch; zijn God (cyclische noesis noëseos) is het ook. De radicale pluraliteit, het dualisme tussen natuurlijke en gewelddadige bewegingen geven een heelal niet de zwakke eenheid. Hetzelfde geldt voor alle atomismen (Democritos, Lucretius).

Descartes' theorie van de vortices (wervels van wervels) is deduceerbaar uit de idee van de maximale eenvoud, perfectie en constantheid van de natuurwetten. De constantheid en perfectie van God waarborgt constante kwantiteit van motie puur plenum, pure geometrische conceptie van stof (alle fysische eigenschappen spatiale dimensies) en de vortexbeweging een synthese van lineariteit en cycliciteit. Ook hier is de invariantie- en symmetriegedachte aanwezig.

Leibniz realiseert een dynamisch atomisme, een geünificeerd pluralisme, met maximale onafhankelijkheid der delen. Zijn dynamiek drijft naar de maximale symmetrie van het bewustzijn. Maar, zonder de bij hem totaal onbegrijpelijke God (een incoherentie in zijn systeem) kan hij van zijn structurele eenheid geen causale eenheid maken. Toch is Leibniz' systeem een meesterstuk in vergelijking met de

eenzijdiger pogingen van Aristoteles en Plato.

Spinoza's statisch monisme met een oneindigheid van attributen realiseert de eenheid beter dan Leibniz maar lost het probleem van het proces niet op (Spinoza staat tot Leibniz zoals Plato tot Aristoteles).

Kant leidt het beginsel van conservatie van substantie van causaliteit en van wisselwerking af uit eigenlijk subjectief geïnterpreteerde systeemeisen. Ook bij hem ontbreekt de dynamiek. Maar onze eigen afleiding is een ontologisch-objectivistisch hernemen van Kant.

Kant ziet zichzelf en wordt gezien als een volstrekte breuk met Spinoza-Leibniz. Zijn nadruk op de systeemgedachte, Leibniz' nadruk op voldoende grond integratie-complexiteitsevenwicht, en evenwicht tussen atomisme en isomorfie, dynamiek en statiek zijn echter (o.i.) verwant. Spinoza's kwantitatief monisme en kwalitatief pluralisme kan ook worden gesynthetiseerd met Leibniz' dynamiek en zijn kwantitatief pluralisme. Kant, Spinoza en Leibniz samen - in een getransformeerde integratie. Dat is wat onze schets voor een metafysica voorbereidt.

Leibniz zien we later herverschuiven in Herbart en Lotze (in een meer energetische en minder pluralistische vorm). Hegel kan worden gezien als een denker die vertrekt van de instabiliteit zowel als het onevenwicht van ieder deelsysteem en van de stabiliteit en het evenwicht van het geheel. Hij voert de dynamiek in door de stabiliteit alleen te zien als de realisatie van een oneindige reeks van instabiliteiten.

Hegel gemultipliceerd komt in onze metafysica voor (door de relatie van zijn niet causaliteit en asymmetrie). Nietzsche is een Hegel tot de n^{de} macht: zowel het geheel als de delen zijn asymmetrisch. Dit is niet verenigbaar met onze aanzet maar een alternatief ervoor.

Men zou de leibniziaans-spinozistische systemen als een vermenigvuldiging van hegeliaanse processen in alle monaden en attributen kunnen zien (dan domineert de substantie het proces) of integendeel, het hegeliaans proces zichzelf realiseren door een oneindig aantal Leibniz-Spinoza werelden.

Wat we hebben gezegd over de relatie van zijn, leven en bewustzijn maakt gedeeltelijk - niet gans - Hegels absolute als subject reëel.

Toch moet een neo-hegelianisme dat tegelijk een neo-kantisme en een neo-spinozisme of neo-leibnizianisme is een veel historischer karakter dragen: ons systeem moet zijn eigen categorieën doen exploderen door en in de geschiedenis van heelal, wetenschappen, techniek en maatschappij.

Hoe dit dynamisme aspect wordt weerkaatst in ieder stadium hebben we in wat voorafgaat nog niet getoond.

De evolutionistische metafysica's van de 19de eeuw (Spencer, Bergson, Peirce, Alexander en Whitehead) vertrekken ofwel van het *systeem*begrip (Spencer), ofwel van het *proces*begrip (unitair: Bergson; pluralistisch: Whitehead), ofwel van het *toeval*- en *chaos*begrip (Peirce). De drie uitgangspunten komen in ons schema voor. Of een chaos-metafysica een alternatief voor het geschetste systeem zal zijn, of er deel van zal uitmaken moet nog worden beslist.

De metafysica van MacTaggart is het meest met de onze verwant; ze verdient een eigen uiteenzetting. In de twintigste eeuw zijn de metafysica's van Mario Bunge en Nikolai Hartmann beide pogingen om het systeembegrip als basis van een wereldbeeldenconstructie te nemen. Ze slagen er niet in de werkelijke nieuwheid van onze wetenschappen te begrijpen, maar dienen ons wel als voorbeelden. Het procesbegrip is in beide sterk onderbeklemtoond.

We begrijpen onze metafysica *niet* - zoals Aristoteles en Hegel - als een synthese

van al het waardevolle in de vorige systemen.

Met Arne Waess geloven wij aan het filosofisch pluralisme en possibilisme. De pluraliteit der grote metafysica's moet bewaard blijven. Ze moeten allen worden voortgezet. In iedere periode moeten echter nieuwe typen metafysica worden bijgevoegd. We aanvaarden als adequatiecriteria voor onze poging de volgende eisen.

1. We moeten tonen hoe ze de vorige systemen natuurlijk klasseert;
2. hoe ze toelaat de vorige systemen verder te ontwikkelen;
3. hoe ze een eigen specifieke nieuwe essentie heeft;
4. die zichzelf zowel verdedigt zoals zij is (a) als gedeeltelijk transcendeert (b) en bovendien als een partiële synthese van de vorige aandient.
5. Wij beweren dat ons voorstel in intiem contact staat met de wetenschap zoals zij daadwerkelijk is en zich ontwikkeld en bovendien een duidelijke plaats in de geschiedenis van de metafysica inneemt.

32. *Metafysica en mystiek*

Het systeem dat geschetst werd in wat voorafgaat doet geen beroep op affectieve menselijke ervaringen. Toch heeft het niet alleen een beschrijvende inhoud: we hebben tenminste tweemaal naar waarden verwezen.

Wie weet dat bestaan tegelijk proces en systeem is, tegelijk eenheid en veelheid, tegelijk totaliteit en verdeling zal - zichzelf als deel in zulke totaliteit beleven

- a. de totaliteit als productie, reorganisatie, innovatie, beleven - als creativiteit
- b. en tegelijk - dynamisch - als destructie en zorg in synthese en zelfoverstijging (in vernietiging).

De persoon zal dus alleen zijn eigen diepste wezen kunnen beleven door er afstand van te doen (in contemplatie van het totaal nieuwe - in de tijd - en van het totaal andere - in de ruimte). Bovendien leidt deze metafysica het wezen af van het zijn. Slechts door zich, in een intentionele act zonder object, op het pure zijn van het zelf en van de totaliteit te richten, zal de persoon de totaliteit die hij denkt ook ervaren. Dit is de 'Mu' van Zazen. We beweren dus dat deze metafysica een fundering geeft van de boeddhistische verzonkenheid, die weinig gemeen heeft met de vele systemen van het Makayana boeddhisme (en waarin Gautama's oorspronkelijke nadruk op het lijden geen of een kleine rol speelt).

Wie Jezus Christus *interpreteert* (en hem daardoor als een symbool behandelt en van zijn uniciteit - historisch - ontdoet) als de mens die in volledige overgave aan mensen en dingen zijn natuurlijke en eenvoudige evidente bestemming vindt, ziet - met Kadowaki - het leven van Jezus - zoals *verhaald* - als een historisch-individuele incarnatie van het Mu van Zazen.

In zoverre kan een niet kerkelijke relatie met Jezus (niet de Christus) ook in deze metafysica worden gerealiseerd. Of en hoe een ontmoeting met het pure 'Gij' (ook aan iedere theologie en instituut vreemd) in deze metafysica een plaats kan vinden moet nog worden onderzocht.

Voor Zazen en Jezus geldt hier dat het zitten zelf de verlichting is, de leegte zelf haar inhoud is, de kruisiging de openbaring is en de heropstanding.

In dit systeem wordt wezen uit zijn, structuur en idee uit kracht en krachteninteractie afgeleid. Creativiteit is hier productiviteit. Productiviteit kan productiviteit voortbrengen (tot in de n^{de} macht). Uit de interactie van deze productiviteiten moeten *ideeën*, structuren, vormen en waarden worden afgeleid. Dit systeem wijkt essentieel van dat van Whitehead af 1. doordat ideeën en waarden geen afzonderlijk bestaan hebben, 2. en doordat de bewuste mensheid geen *centrale* rol speelt in de totaliteit. Dit maakt een

strengere deductie van wezen uit zijn noodzakelijker dan bij Whitehead kan of mag.

Uit de productiviteit moeten asymmetrie en irreversibiliteit volgen, maar uit de interactie der asymmetrieën moeten de symmetrieën worden afgeleid.

In dit systeem zijn de twee beginselen: symmetrie en asymmetrie *even* fundamenteel en wederzijds uit elkaar afleidbaar. Daarom moeten de twee volgende programma's *beide* worden uitgevoerd.

A.1. Uit: een objectief bepaalde chaos (randomness-Chait...) worden specifieke vormen van orde afgeleid (van symmetrie en invariantie).

A.2. Uit deze chaos (let wel: *niet* de deterministische chaos!) wordt het worden afgeleid.

A.3. Uit worden, worden symmetrie en invarianten afgeleid.

B.1. Uit een objectief bepaalde orde wordt chaos afgeleid. Hiervoor staan de deterministische chaos en de begripsbepaling van fractalen door recursieve processen model.

Programma B is dus *verder* gevorderd dan programma A.

Neutrale netwerken

n input, 1 output; variabele gewichten en functie van Hebb leerprocessen.

Wat voor soort systemen vormen een neutraal netwerk (in de classificatie)? *Waarom* zou het relationeel web dat het heelal is, neutrale netwerken moeten bevatten?

Structurele stabiliteit, robuustheid en ‘sensibele’ systemen. *Waarom* zoveel sensibele systemen die toch volstrekt *deterministisch* zijn, én onvoorspelbaar?

De paden van chaotische systemen hebben de attractor als invariant. Deze soort invariantie moet worden gekarakteriseerd door zijn groepen. Karakteriseer ook de catastrofes door groepen.

? ben van systemen: ecologische, wapenwedloop, atmosfeer, politiek systeem.

Complex, veranderlijk, inexacte, risicodragende systemen eisen teams ter studie. Het probleem is een *integratieprobleem*.

Nota. Systemen en wereldbeeld

Systemen		SW
gestribueerde oneindig aantal parameters	geünificeerde	evenwicht stabiliteit terugkoppeling leercapaciteit
stochastische	deterministische	
discrete	continue	Aanpak op systemen: black box
lineaire	niet lineaire	componentenstructuur toestandsruimte
tijdsinvariante	tijdsvariante	<i>vraag: voor de verschillende soorten</i>
combinationele (zonder geheugen)	sequentiële (met geheugen)	<i>systemen, onder welke transformaties op I,O, T, f en g zijn ze invariant?</i>
met invoer open	met invoer gesloten	Om I van O te scheiden is causaliteit nodig.
terugkoppeling	geen terugkoppeling	

Een dynamisch systeem is ook een invariant systeem, maar van hogere orde (x, x, x , enz.).

Is *proces*, synoniem met *systeem*: voor zekere soorten processen en voor zekere soorten systemen.

Combineer op alle mogelijke manieren systemen met elkaar en ga na hoe de SW en de *invarianties* zich ontwikkelen. *Welk soort systeem is de totaliteit? Welk soort systemen moet de totaliteit misschien bevatten?*

Nota 2

1. The past must be real if the present is to be determined and explained.
2. If the past is real, the future must be real if the present should exist (2 args.).
3. All presents (with their past and future) are eternally real.
4. This entails an ordered infinite set of universes connected not by normal causality but by meta-causality.
5. I am only a bundle of tendencies and perceptions, organised to a certain extent.
6. All universes tend toward a multiple set of awarenesses (n...lisations).
7. If there is tune enough the awareness will dominate the universes and encounter each other.
8. Personality is not the beginning, but may be part of all ends.
9. Turning inward, the self may approach the more than impersonal and more than personal, self sufficient infinite whole.
10. This whole is not centered on any form of awareness.
11. But it possesses value-qualities.
12. If the whole explains itself it must be eternal (nothingness does not explain itself, creation ex... is impossible and irrational; *Spinoza* - without parallelism, and with *necessary* becoming (*containing* Hegel).